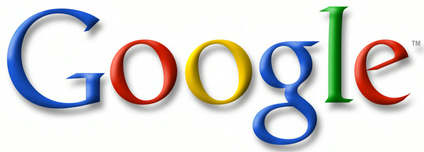
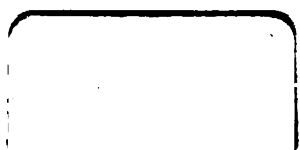
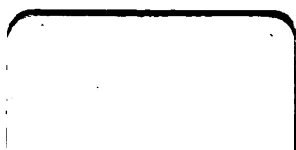








Alla università di Oxford omaggio dell'autore

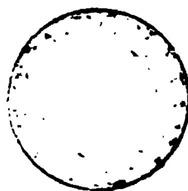
ANALISI E RETTIFICAZIONI

DI ALCUNI CONCETTI, E DI ALCUNE SPERIENZE

CHE APPARTENGONO ALLA ELETTROSTATICA

MEMORIA PRIMA

DEL PROF. PAOLO VOLPICELLI



ROMA
TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI
1866

» telligibile in se stessa, più della repulsione; avvi qualche fenomeno di repul-
» sione, che non può tanto facilmente spiegarsi per mezzo dell'attrazione (3).
Inoltre dice lo stesso Franklin « Confesso che mi sembra difficile spiegare
» senza repulsione (dell'elettrico per se stesso), come avvenga che il fluido si
» allontani, da quell'estremo di un corpo indotto, che riguarda l' inducente, il
» quale suppongo caricato di elettricità positiva (4) ». Da ciò vediamo, che Franklin non era favorevole alla dottrina, per la quale si nega la repulsione, propriamente detta, fra corpi elettro-positivi.

Il primo ad invocare l'attrazione dell'aria, che circonda i corpi elettrizzati omologamente, per ispiegare l'allontanarsi dei medesimi fra loro, fu Kinnersley, ragionando sulla sperienza del mulinello elettrico, da esso inventato (5).

Tutti quei fisici, che oggi, nei fenomeni elettrostatici, negano la repulsione, ricorrendo all'attrazione dell'aria che li circonda, furono in questa ipotesi preceduti da Kinnersley (*a*) nel 1761; e riproducono essi una ipotesi, pubblicata cento anni prima, ventilata di tempo in tempo, ma sempre senza successo.

§. 2.

Alcuni fisici negarono la elettrica repulsione propriamente detta, sia per la elettricità positiva, sia per la negativa; e questi sieguono la ipotesi symmeriana dei due fluidi. Altri poi negarono la stessa repulsione, solo per le elettricità negativa; e questi sieguono la teorica frankliniana di un fluido solo, nella quale, per ispiegare la repulsione di due corpi elettrizzati negativamente, deve ammettersi, che la materia priva di elettrico respinga se stessa. Questo fatto da taluni fu creduto inconciliabile colla gravitazione; quindi per tale motivo negarono essi la realtà della elettrica repulsione, fra corpi elettrizzati negativamente. La mancanza della elettrica repulsione, un tempo ebbe più seguaci, di quello che attualmente ne abbia, dei quali vogliamo quì ricordare i più conosciuti.

Il p. Pianciani difese la ipotesi della non esistenza di elettrica repulsio-

---

(3) Oeuvres de Franklin, Paris 1773, t. 1.°, p. 220, li. 10.
(4) Luogo citato, pag. 221, li. 9.
(5) Luogo citato, pag. 202, li. 20.
(*a*) Oeuvres de Franklin, t. 1.°, p. 303, li. 11.

ne (6), appoggiandosi ad un esperimento, nel quale si abbassavano i pendolini, quando l' aria veniva rarefatta. Siccome però altri fisici negano la esattezza dell' indicato sperimento (7), così non possiamo associarsi al nominato autore. Inoltre il medesimo (b), a convalidare l'opinione sua, riferisce ivi una sperienza di Volta, la quale consiste nel dimostrare, che due dischi elettrizzati omologamente, e posti fra loro a piccola distanza, si allontanano l'uno dall'altro con debole forza (8); pel contrario, caricandoli con elettricità di natura contraria, si attraggono assai fortemente. Dimostreremo in appresso (§ 12), quale sia la vera spiegazione di questo fatto; vedremo che il medesimo, non è punto favorevole alla mancanza della elettrica repulsione.

Kennedy neppur egli ammise la esistenza di questa forza repellente fra le molecole dell'elettrico, e spiegò i fatti elettrostatici ad essa relativi, mediante l'attrazione (9).

Anche Beccaria non ammise la repulsione di cui parliamo, come risulta da un tratto di questo elettricista (10), che trovasi riportato anche nella collezione delle opere di Volta (11); ed il Majocchi professa egli pure la medesima opinione (12). Un altro fisico, il quale sostenne doversi la elettrica repulsione riguardare come apparente, non già come reale, fu il Van-Marum, e fu combattuto da Pfaff (13).

Harris, dopo avere spiegato la ipotesi di Franklin, dice che alcuni fisici francesi tentarono spiegare la elettrica repulsione, mediante l'attrazione, prodotta per influenza dall'aria circostante. Conclude però l'autore medesimo, che tale spiegazione non è soddisfacente, dicendo: « Toutes les explications, comme on voit, ne sont que les dernières tentatives d'une théorie » insuffisante (14) ». La maggiore difficoltà contro la pretesa mancanza, consiste, secondo questo fisico, nel fatto che le repulsioni elettriche, si producono

(6) Istituzioni fisico-chimiche. Roma 1833, t. 3.°, pag. 80, li. 10 salendo.
(b) Ibidem, li. 3.
(7) V. § 10 di questa memoria.
(8) Collezione delle opere di Volta, tom. 1.°, parte 2.ª, Firenze 1816, pag. 76, e 77.
(9) Repertorium der Physik, vol. 6, pag. 115.
(10) Elettricismo artificiale, seconda edizione. Torino 1772, p. 47.
(11) Tomo 1.°, parte 2.ª, pag. 78.
(12) Elementi di fisica, t. 2.°, Torino 1853, pag. 673, li. 5 salendo.
(13) Gehler, Physikalisches Wörterbuch, Leipzig 1827, vol. 3., p. 347, li. 11 salendo.
(14) Leçons élémentaires d'électricité, traduites et annotées par Garnault. Paris 1857, pag. 46, li. 10.

a traverso un mezzo molto rarefatto, come appunto nell'atmosfera, ove la materia trovasi assai diradata.

Volta dopo aver detto (15), essere più apparente che reale la elettrica repulsione, fra corpi elettrizzati omologamente, prodotta non già da una causa distinta, ma dallo stesso principio di attrazione, soggiunge a questo modo (16). « Il qual principio fondamentale, stabilito così bene da Epino, nella » sua grand'opera *Tentamen Theoriae electricitatis et magnetismi* (pag. 40), » è confermato da tutte le prove possibili, e più evidenti ».

Riguardo al citato brano di Epino, riflettiamo, che nel medesimo si dice soltanto, essere la detta repulsione, come anche le altre azioni elettriche, prodotta da esterni agenti, che l'autore stesso confessa di non conoscere. Ognuno perciò vede, che nel brano medesimo, non viene detto consistere la causa della indicata repulsione, in una influenza, che l'aria circostante subisce. Poichè l'autore stesso, parlando generalmente, non altro dice in sostanza, fuorchè di non poter concepire una repulsione, senza l' intervento di un *medium* ambiente. Ciò si accorda colle viste della maggior parte dei fisici, che, ragionando sull'attrazione, confessano essere anche questa inconcepibile fra due corpi, senza verun altro *estrinseco* agente interposto. Possiamo quindi concludere, che Volta diede a Epino tutt'altra opinione, riguardo all'oggetto in proposito, di quella che questo aveva di fatto. Anche Pfaff, come già fu indicato, si pronunciò contro la opinione, che l'aria circostante sia la causa esclusiva dell'allontanamento fra due corpi elettronegativi (17).

§. 3.

Dopo aver esposto, che il concetto della mancanza di elettrica repulsione, non è nuovo, ma bensì da oltre un secolo messo in campo; e dopo avere indicato i principali fisici che lo seguirono, come anche alcuni di quelli che non lo accettarono, entriamo nell' intrinseco di questo argomento. Ed incominciamo dall'osservare, che alcuni fisici negarono la esistenza della elettrica reale repulsione, perchè opposta la credevano al modo razionale di vedere i fenomeni della natura in genere; principalmente perchè la gravità, sempre attraente si manifesta, e non mai repellente. Questa pretesa opposizione cessa del tutto, quando si rifletta, che non mancano agenti naturali, da cui si ma-

(15) Collezione delle opere di Volta, tom. 1.°, parte 2, pag. 77, li. 13.
(16) Idem, pag. 78, li. 2.
(17) Gehler physikalisches Wörterbuch, vol. 3.°, pag. 347.

nifestano evidentemente forze repulsive; così è della repulsione magnetica, da niuno fino ad ora messa in dubbio; così pure della repulsione calorifica, la quale si manifesta nella dilatazione dei corpi, operata dal calorico, cui non resiste forza veruna; e così pure della repulsione che regna fra due conduttori mobili, percorsi da correnti elettriche, dirette l'una in contrario senso dell'altra. Quindi vediamo che dal paragonare i fenomeni della natura colla elettrica repulsione, non s' incontra opposizione veruna; ed invece il paragone riesce favorevole alla esistenza della repulsione stessa.

Si è preteso recentemente concludere, la non esistenza della elettrica repulsione, considerando la pressione della elettricità contro l'aria circostante (18). Però è da precisare avanti tutto, in che realmente risieda l'azione dell'elettrico, per distribuirsi nell' aria circostante. Quest' azione non consiste in una forza meccanica, esercitata dall'elettrico stesso contro la pressione dell'aria, la quale non impedisce col suo peso la dispersione della elettricità, distribuitasi alla superficie dei corpi; ma bensì consiste l'azione medesima, nel vincere quella resistenza, che incontra l'elettrico a passare pei coibenti, e quindi anche per l'atmosfera, in virtù della mancanza di conducibilità nei medesimi. Così appunto avviene del calorico, il quale incontra maggiore o minore difficoltà, per passare da un corpo in un altro, che conduce meno del primo. In fatti essendo un corpo in contatto con un altro, a temperatura più bassa, e meno conduttore del primo, il calorico di questo, benchè abbia tensione a distribuirsi anche nel secondo, tutta via non eserciterà pressione meccanica sul medesimo. Poichè diminuiscono le dimensioni del più caldo corpo, mentre il suo calorico si distribuisce nel meno caldo, e senza esercitare pressione meccanica; vincendo con maggiore o minor lentezza quella difficoltà, che oppone al suo passaggio la mancanza maggiore o minore di conducibilità nel secondo corpo.

Come nella elettricità, così nel calorico, la forza espansiva, cioè la forza repulsiva molecolare di questi due agenti, è causa della tendenza loro a distribuirsi sempre in una estensione maggiore. Vero è che generalmente l'elettrico si disperde meno, quando l'atmosfera preme di più, ma in questo caso è generalmente anche vero, che l'atmosfera stessa è più coibente, perchè meno umida; perciò nel caso medesimo, non la maggiore pressione, bensì la maggiore coibenza, è causa della minore dispersione dell'elettrico, dalla superficie dei corpi caricati di esso. Inoltre, poichè l'aria, che sta in contatto dell'elettrico, si elettrizza essa pure, mentre non permette all'elettrico stesso di propagarsi, e poichè questo agente respinge

(18) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, pag. 450-453.

se stesso; così è chiaro che la dispersione della elettricità, dalla superficie dei corpi, elettrizzati, dentro un mezzo coibente, viene impedita dalla elettricità stessa. Dunque l'aria certo impedisce più o meno la dispersione dell' elettrico, ma non col suo peso, bensì colla sua coibenza: che se l'aria si togliesse del tutto, e la umidità con essa, l'elettrico non si disperderebbe affatto ; poichè si riguarda il vuoto , come il mezzo più coibente di tutti. Non mancano fisici distinti che la pensano in così fatta guisa, ed il Belli è fra i medesimi: questo autore (19), con un dotto ragionamento, e col suffragio della sperienza, dimostra quanto erroneo sia, ritenere che nella pressione dell'aria consista la cagione, per cui la elettricità rimanga sulla superficie dei corpi; ed anche il De la Rive fa eco a così fatta opinione (v. §10). L' indicato concetto adunque, relativo alla pressione dell'aria, deve bandirsi dalle fisiche istituzioni.

§. 4.

Ora torniamo sull'argomento, che riguarda la esistenza della reale forza elettrica ripulsiva , per negare la quale fu citato (20) il seguente brano di Poisson : « au sommet d' un cône , la pression du fluide électrique devien- » drait infinie , si l' électricité pouvait s' y accumuler (21). » Da questo brano si volle concludere quanto siegue (22). « Se la repulsione teorica esi- » ste , dev' essere impossibile all' atmosfera , opporsi alla dispersione della » elettricità dalla punta di un cono elettrizzato, salvo che si sperimenti nel- » l' aria compressa mediante un' infinità di atmosfere. Ma oggi si cono- » scono molte sperienze, nelle quali una punta elettrizzata non perde la elet- » tricità sua, quantunque comunichi liberamente coll' atmosfera. Dunque la » elettrica pressione vi esiste molto debole, invece di esservi grande infinita- » mente. Dunque la elettrica repulsione punto non esiste. »

Riguardo a tutta questa conclusione osserviamo che, secondo la teorica di Poisson , la elettrica pressione al vertice di un cono, diviene infinita per sei condizioni. La *prima* di queste consiste nel perfetto equilibrio, per parte dell' elettrico distribuito sul cono stesso, e non già nel moto. Questo perfetto equilibrio suppone una perfetta *coibenza* nell'aria, la quale non ha mai luogo, non esistendo fra i corpi uno, che sia perfettamente coibente. Così fatta con-

(19) Corso elementare di fisica sperimentale, vol. 3.°, Milano 1838, pag. 558.
(20) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, p. 450, li. 12.
(21) V. Mémoires de la classe des scien. mat. et phys. de l'Instit. Imp. de France, an. 1811, pag. 6, li. 10 salendo.
(22) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, pag. 450 li. 15.

dizione, fu indicata esplicitamente dello stesso Poisson, avendo egli detto nel citato suo brano, che la pressione dell'elettrico contro l'aria, *diverrebbe* infinita nella punta di un cono, quando il fluido elettrico si *potesse ivi accumulare*. Fra le due pressioni elettriche contro l' aria , cioè quella che si riferisce alla teorica di Poisson, in cui si richiede l'equilibrio perfetto; e quella che si riferisce agli sperimenti, nei quali avvi sempre il moto dell'elettrico, per mancanza di coibenza perfetta nell'aria, ed anche per la grande mobilità delle molecole di questo fluido, esiste una differenza grandissima: similmente alla differenza che ha luogo, fra la tensione di una pila non chiusa, e quella che le appartiene quando essa è chiusa.

La *seconda* condizione consiste, nel dover essere il vertice del cono elettrizzato, un vero geometrico punto, lo che non è possibile raggiungere in pratica ; e la differenza che sussiste fra un materiale punta , e quella che la geometria considera, è grandissima. Perciò la tensione al vertice di un cono materiale, dev'essere molto minore di quello sarebbe, a parità di circostanze, se il cono fosse identico al considerato astrattamente, il quale non potrà mai dall'arte prodursi.

La *terza* condizione voluta dall' analisi di Poisson, consiste nel dovere essere il cono elettrizzato, libero del tutto, e posto in guisa da non esercitare colla elettricità sua, veruna influenza o induzione, sui corpi ad esso circostanti; affinchè non sia vincolata una parte della elettricità stessa, e perciò non sia diminuita la sua naturale tendenza.

La *quarta* condizione richiede, che le molecole dell' ambiente non sieno mobili ; affinchè non abbia luogo il trasporto dell' elettrico della punta per parte delle molecole stesse.

Per la *quinta* condizione si vuole, che il mezzo, nel quale la punta si trova immersa, non possa elettrizzarsi dalla elettricità della punta stessa, onde non venga impedito sulla medesima l'aumento della tensione.

In fine la punta elettrizzata, ed è questa la condizione *sesta*, dev'essere talmente lontana da ogni altro corpo elettrizzato, da non poterne risentire nè attrazione, nè repulsione; affinchè non sia menomamente impedito alla punta, di raggiungere la tensione assegnatale dall'analisi.

Qualunque delle indicate sei condizioni mancasse, non potrà mai la punta raggiungere la teoretica sua tensione; ma nella pratica niuna delle condizioni riferite, potrà mai completamente soddisfarsi. Dunque per via di sperienze, non potrà mai verificarsi la elettrica tensione infinita in una punta. Quindi si vede che allo stesso brano di Poisson, fu attribuito un significato pratico, che

non potrà mai raggiungersi, e del tutto differente da quello, che veramente gli appartiene; poichè le condizioni sopra indicate sono puramente astratte. Però sarà molto più preciso, e molto più conforme al fatto, sostituire nel brano citato di Poisson, alla parola *pressione*, quella di *tensione* o *repulsione*.

§. 5.

Ora passiamo ad analizzare una sperienza, da cui si credette poter concludere, che la elettrica repulsione non esiste. Ma innanzi tutto riflettiamo essere tre, le cause favorevoli alla dispersione dell'elettrico; una per parte di questo agente, cioè la tendenza del medesimo a distribuirsi in estensione sempre maggiore: mentre sono due per parte del mezzo, in cui succede la dispersione stessa, cioè la conducibilità di questo mezzo, e la mobilità delle molecole sue. Le cause poi contrarie alla dispersione indicata, sono anche tre; una per parte dell'elettrico, cioè la induzione da esso esercitata sui corpi circostanti, e due per parte del mezzo, cioè la sua coibenza, e la immobilità delle sue particelle.

Si può accrescere l'effetto della coibenza che appartiene all'aria, cioè la difficoltà che la medesima oppone al disperdersi dell'elettrico dalla punta di un cono, impedendo più o meno il moto delle sue molecole. Ciò si ottiene cuoprendo la punta stessa con un recipiente, che non conduca l'elettrico. L'effetto medesimo può essere accresciuto per mezzo della induzione della punta, esercitata sopra un corpo coibente, più o meno vicino alla punta stessa; poichè in tal caso la elettricità della punta, inducendo sul coibente medesimo, resta in parte vincolata dalla induzione.

Ciò premesso, la indicata sperienza consiste (23), nel collocare al centro di un disco coibente, una punta metallica, posta in comunicazione col conduttore elettrizzato di una macchina elettrica. Si osservò che in questa disposizione, la punta disperdeva tanto meno, quanto essa più avvicinavasi al disco, cioè quanto meno sporgeva da esso; e che disperdeva molto più, quando era nell'aria libera, senza il disco. Dalla sperienza medesima, e da qualche altra che in seguito analizzeremo, si è voluto concludere, contro la esistenza della forza elettrica repulsiva.

Fu opposto giustamente a così fatta conclusione, osservando (24), che

(23) Comptes Rendus, t. 60, an. 1865, p. 180 e 181.
(24) Comptes Rendus, t. 60, an. 1865, p. 412, e seguenti.

la riferita sperienza , non è tale da menomamente affievolire le conseguenze della teorica , dell' illustre geometra Poisson , su questo argomento. La spiegazione che della sperienza indicata si dette nel citato luogo , consiste presso a poco in quella , che dalle antecedenti premesse discende. Cioè che la induzione esercitata fortemente sul disco coibente, da quella parte del cono, che sta vicino al disco medesimo, è la causa potissima , per la quale viene diminuita in questo caso la elettrica dispersione. Perciò la riferita sperienza non contraddice alla teorica di Poisson, sul potere disperdente delle punte, nè può condurre a negare la forza elettrica repulsiva.

È però da osservare, che nella giusta opposizione ora citata, si dà per nuovo (25), essere una punta elettrizzata, e coperta da un vaso coibente, quasi del tutto priva del suo potere emissivo; invece questo fatto già fu riconosciuto, e studiato dai fisici, molto prima (26) nel molinello elettrico, a tutti noto, e coperto da una campana di vetro. Si fa consistere la spiegazione del fatto medesimo, « dall'azione repulsiva (27), esercitata sul fluido del molinello, dalla elettricità » della stessa natura, che si deposita nel primo istante nella interna superficie » del vaso coibente, allorchè questo inviluppa la totalità, od una gran parte » del mezzo gasoso , nel quale la punta si trova immersa ». Se taluno domandasse, da che nasce questa forza repellente; si dovrebbe rispondere, nasce dal moto impedito delle molecole aeree, le quali non possono escire dal vaso coibente; perciò mi sembra che questo impedimento, sia la prima causa del fatto di cui parliamo.

§. 6.

Altre sperienze furono immaginate, per concludere la non esistenza della elettrostatica repulsione, le quali ora esporremo « Al conduttore di una mac- » china elettrica (28) , munita di un elettroscopio sensibilissimo , si fissò » un'asta, colla punta diretta nell'aria. Dopo aver elettrizzato quel conduttore, » si aspettò che l'indice dell'elettroscopio, divenuto stazionario, denotasse che » la elettrica pressione alla punta, equilibrava la pressione atmosferica; presen- » tando allora una sfera metallica al conduttore, se ne ottenne una scintilla di

(25) Comptes Rendus, t. 60, pag. 413, li. 17 e pag. 414 li. 16.
(26) Gehler, Wörterbuch, ecc. t. 8.°, pag. 952, Lipsia 1836.
(27) Comptes Rendus, t. 60, an. 1865, pag. 414, li. 18 salendo.
(28) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, p. 450, li. 8 salendo.

» un mezzo millimetro di lunghezza circa. Si concluse da questo fatto, che se » mediante un artificio, non preveduto dalla teorica, si fosse impedito a que» sta elettricità di fuggire, sarebbesi realizzata la condizione voluta da Poisson, » e si sarebbe forzato l'elettrico ad accumularsi alla punta ; in tal caso la » lunghezza della scintilla tratta dal conduttore , data in mezzi millimetri, » avrebbe rappresentato il numero delle atmosfere , bilanciate dalla pres» sione contro l'aria, prodotta dal fluido elettrico , accumulato nella punta » stessa ».

» Tra questi artifici, si scelse quello di porre l'asta puntaguta, dentro un » tubo di vetro asciutto, che superava un poco la punta stessa. Questo tubo » aperto, ed avente da 2 a 3 centimetri di diametro interno, era stabilito » sull'asta medesima: si elettrizzò una piccola macchina, sino a trarre dal suo » conduttore scintille , ognuna per lo meno avente 100 millimetri di lun» ghezza, e senza che la punta lasciasse fuggire in modo notabile la elettri» cità, che accumulata stava sovr' essa. La pressione che la elettricità della » punta medesima esercitava sull' aria (si è creduto) dover essere in questo » caso di 200 atmosfere circa.

» Ma ciò non è tutto: ciascuna delle punte collettrici acute del condut» tore, aveva presso a poco la medesima carica, e tuttavia niuna elettricità » emetteva sensibilmente ».

» Per conseguenza, quando si traggono delle scintille, di 500 millimetri » di lunghezza, dal conduttore di una potente macchina elettrica, il fluido ac» cumulato sulle punte collettrici, esercita sull'aria ambiente ad un'atmosfera, » e senza vincere la sua resistenza, una pressione di 1000 atmosfere!

Si è preteso che « Questi risultamenti provano ad esuberanza, la non esi» stenza della elettrica repulsione. In fatti per dimostrare (viene soggiunto) » che questa forza non esiste , non basta forse l' azione paralizzante di un » tubo, di cui l'apertura offre libero adito al fluido elettrico della punta, sup» posto così fortemente spinto dalla sua forza repulsiva ? »

Passiamo ad analizzare il valore delle sperienze riferite ora, e da quest' analisi risulterà, che le medesime non danno verun diritto a concludere la non esistenza della elettrostatica repulsione; perchè le condizioni essenziali, onde la elettrica tensione di una punta elettrizzata, possa divenire infinita, non sono soddisfatte nelle sperienze stesse: le quali condizioni, secondo l'analisi di Poisson, sono sei, già da noi enumerate, e dichiarate (§. 4).

Appressando all'apertura superiore dell'indicato tubo di vetro, un qualunque

piano di prova, questo si ritirerà carico dell' elettrico raccolto sulla stessa punta, come ho verificato, e come ognuno può verificare facilmente. Perciò non essendo soddisfatta in questa sperienza la *prima*, e la *quarta* delle riferite condizioni, non può aspettarsi che la tensione della punta divenga infinita. Ognuno poi vede, che nelle precedenti sperienze, l'elettrico della punta, induce tanto sull'aria contenuta nel tubo, quanto sulle pareti di esso; perciò questo fluido deve abbassare tanto più la sua tensione, quanto più cresce la induzione dal medesimo esercitata. Per tanto la *terza* condizione non essendo neppure soddisfatta, dovrà nuovamente concludersi, che la tensione della punta non può raggiungere l' infinito.

Il tubo esercita due diverse azioni sulla punta: in principio della sperienza, quando esso non è ancora caricato, accade semplicemente un' attrazione fra l' elettrico della punta e l' indotto nel tubo; ed è chiaro che per questo fatto deve *abbassarsi* la tensione della punta, ed anche parzialmente impedirsi la dispersione dell'elettrico accumulato in essa. Dopo cominciata la sperienza, ed avendo essa durato un tempo sufficiente, il tubo acquisterà nell'estremo suo aperto, una carica omolologa della inducente, la quale, per essere sopra un isolante, non può scaricarsi nel suolo, e perciò dovrà esercitare un azione repulsiva, che *diminuirà* eziandio la tensione dell'elettrico, acquistato dalla punta, quindi anche la sua dispersione; perciò la tensione medesima non potrà divenire infinita. Continuando la sperienza, il tubo si caricherà in tutta la sua lunghezza, e la dispersione dalla punta, in questo caso, aumenterà, e per conseguenza *diminuirà* maggiormente la elettrica sua tensione. Dunque l'effetto del tubo, rispetto alla tensione della punta, consiste nel diminuirla, e nel non farla mai giungere a quella, che viene dall' analisi assegnata, perchè le condizioni da questa volute, non si possono in pratica verificare.

La *seconda* condizione, affinchè l'elettrico accumulato sulla punta, possegga una tensione infinita, si è che questa punta debba essere tale geometricamente. Ma siccome ciò in pratica non si otterrà mai, poichè le punte nella medesima sempre sono più o meno smussate; così è chiaro che la tensione stessa, eziandio per la mancanza di questa seconda condizione, non può giungere a quello che l'analisi assegna per essa.

Il mezzo coibente, nel quale sta immersa la punta elettrizzata, non devesi elettrizzare omologamente; affinchè non possa colla sua tensione diminuire quella, che apparterrebbe all' elettrico della punta. Ma nelle sperienze precedenti, come anche in ogni altra di questo genere, la elettriz-

zazione del mezzo, per parte della punta, non potrà impedirsi mai. Quindi è che, anche per la *quinta* condizione, non può la punta elettrizzata, giungere ad una tensione infinita.

Riguardo all'asserto, che le punte collettrici del conduttore della macchina, non emettevano elettrico; dobbiamo rispondere: che se ciò fosse, avverrebbe certo, non già perchè manca la forza elettro-repulsiva, ma bensì perchè quelle punte non soddisfano alla *sesta* condizione; per la quale, secondo la teorica di Poisson, la punta può raggiungere una tensione infinita. Questa condizione richiede, che la punta elettrizzata, sia quanto basta lontana, da un corpo elettrizzato omologamente; affinchè l'accumulazione, e quindi la tensione della punta stessa, non venga diminuita da quella, che appartiene all'elettrico del corpo vicino. Ma il disco della macchina, essendo elettrizzato omologamente alla elettrizzazione delle punte collettrici, queste non potranno tanto caricarsi, per quindi conseguire una tensione infinita; e perciò dall' indicato asserto, non sarà punto infirmata la teorica di Poisson.

Se il tubo poi fosse metallico, e comunicasse col suolo, non potrebbe conservare la elettricità, omologa di quella che dalla punta gli viene comunicata; quindi non esisterebbe più la repulsione sull'elettrico della punta, e vi rimarrebbe soltanto un abbassamento di tensione, per l'esercizio della influenza sul tubo metallico stesso, contro la *terza* delle cinque indicate condizioni.

§. 7.

Passiamo ad analizzare altri argomenti sperimentali, prodotti per sempre negare la esistenza della elettrica forza repulsiva. Si è detto (29). « Ma il tubo » sorpassa un poco la punta; dunque si può per la spiegazione, immaginare » una nuova forza repulsiva, non preveduta da Poisson, di cui sarebbe provvisto il bordo del tubo; la quale, obliquamente agendo sulla punta, controbilancerebbe la forza repulsiva del fluido, accumulato sulla punta stessa. » Ciò presso a poco è quello che fu proposto, per dare la spiegazione del » potere paralizzante di una campana di vetro, che ricuopre una punta elettrizzata.

» Ma questa spiegazione ingegnosa, sembra opporsi alla teorica. Dove » la pressione supera la resistenza che l'aria le oppone, questa cede, o, se

(29) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, pag. 451, li. 10 salendo.

» vogliamo, il vaso d'aria si rompe, quindi esce il fluido elettrico come per » un'apertura (*c*).

Noi rispondiamo, che la spiegazione qui controversa, non solo è più vera che ingegnosa, ma neppure alla teorica si oppone. Poichè non è ammissibile affatto, essere la forza repulsiva, esistente fra la parte superiore del tubo e la punta, un artificio non compreso nella teorica di Poisson, ed immaginato soltanto dai fisici per salvarla. No certamente; giacchè la repulsione indicata, costituisce il fondamento essenziale della teorica elettrostatica, secondo le viste di quell' illustre geometra francese. In fatti qual fisico potrà mai negare, che due particelle dello stesso elettrico, tendono ad allontanarsi l'una dall'altra? Niuno; poichè questo è un fatto sperimentale, che si potrà spiegare in diversi modi, ma che non può negarsi. Per tanto il tubo si deve col tempo elettrizzare internamente, per la elettrica dispersione che subisce la punta, come la sperienza dimostra; quindi è chiaro che quell'azione, la quale produce l'allontanamento, fra le molecole di elettricità dello stesso nome, deve aver luogo fra l'estremo del tubo e la punta, secondo la teorica di Poisson; nè perciò questo fatto, può dirsi un artificio immaginato a fine di salvarla.

Per continuare a sostenere la non esistenza della elettro-repulsione, viene soggiunto (30). « Quanto inammissibile sia la riferita spiegazione, basata sul- » l'ammettere una nuova forza repulsiva, procedente dalle pareti opposte alla » punta elettrizzata, vedesi dalla sperienza (§ 5); la quale mostra, bastare un » disco non conduttore, applicato a questa punta in guisa, che la medesima » lo superi un poco, e tosto si annullerà quasi del tutto, l'emissivo potere » della punta stessa. Quì niun oggetto è posto avanti alla punta; ed il disco » è dietro essa. Bisognerebbe dunque attribuire a questo disco, non più una » forza repulsiva, ma bensì una potenza attrattiva, equivalente a più centinaia » di atmosfere, per annullare la forza emissiva della punta! Non è ciò inam- » missibile?

Osserviamo, come già indicammo (§. 6), che in questo caso, non è soddisfatta la *terza* condizione (§. 4), voluta dall'analisi di Poisson, cioè che la elettricità della punta non eserciti veruna induzione; poichè nel caso della ora indicata sperienza, la elettricità della punta stessa, induce sul disco a lei vicino, e perciò diminuisce la sua tensione, quindi anche la sua dispersione. Per questa, e per le altre condizioni, prescritte dall'analisi di Poisson, ed anche non

(*c*) Così Poisson si esprime, nella sua prima memoria di elettrostatica, V. Mém. de l'Instit. Imp., an. 1811, p. 6, li. 16.

(30) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, p. 452, li. 5.

soddisfatte nella riferita sperienza, l'elettrico della punta stessa, non può raggiungere quella infinita tensione, assegnatagli dalla teorica del tutto astratta. Se alla punta, munita del coibente disco, nel modo indicato, si avvicini un piano di prova; si troverà esso carico di elettricità, omologa di quella che appartiene alla punta. Quindi è chiaro che il coibente disco, non vale ad impedire completamente la emissione dell'elettrico dalla punta, ma solo a diminuirla.

La vera spiegazione di questa sperienza, non è basata punto sopra l'esercizio di una forza repulsiva, ma bensì di un'attrattiva; ed è quella che si esercita fra l' indotto disco, e l' inducente punta: laonde si vede che la sperienza stessa, non può condurre logicamente a negare la forza elettro-repulsiva.

§. 8.

Avvi ancora un altra considerazione, per la quale non può dedursi dalle sperienze precedentemente riferite, la non esistenza della forza elettro-repulsiva. In fatti nelle sperienze medesime viene stabilita una proporzionalità, fra la lunghezza della scintilla, tratta dal conduttore della macchina elettrica, e la tensione, impropriamente detta pressione, della punta contro l'atmosfera, prima di aver ottenuta la scintilla stessa; vale a dire dopo che si credette stabilito, lo stato stazionario della carica posseduta dalla punta (31). Ma questa proporzionalità non solo non è dimostrata, ma neppure potrà esserlo; giacchè avvicinando una sfera metallica al conduttore della macchina , la carica elettrica del medesimo subisce una nuova distribuzione, accumulandosi tanto più verso la sfera indotta, quanto più questa si avvicina al conduttore stesso. Da ciò deriva che la lunghezza della scintilla, non è affatto proporzionale alla tensione dell' elettrico accumulato sulla punta , e relativo allo stato stazionario di esso.

Inoltre nelle indicate sperienze si crede, poter misurare la elettrica tensione, di un qualunque punto A del conduttore elettrizzato , punto che nelle medesime consiste sempre nel vertice del cono, applicato al conduttore stesso; presentando ad un altro punto B del conduttore medesimo, una sfera metallica, che certamente fu posta in comunicazione col suolo. Quindi nelle sperienze indicate, la lunghezza della scintilla, ossia la distanza esplosiva del punto B dalla sfera, si ritiene proporzionale alla tensione del punto A; e ciò come dicemmo, non può dimostrarsi vero.

---

(31) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, p. 450, li. 8 salendo, p. 451, li. 15, e li. 21.

Poichè ognun vede, che le disposizioni delle sperienze di cui parliamo, sono appunto quelle, per cui si adopera lo spinterometro (32), il quale serve a misurare la *carica complessiva* del conduttore; non già la tensione di quel punto, dove questa è massima. Non vogliamo quì discutere, quanto sia giustificato l'uso di tale istromento, per la misura complessiva delle cariche ; però certo è, che le indicazioni del medesimo sono, almeno prossimamente, giuste rispetto alla misura stessa, come deve concludersi delle sperienze di Riess, il quale fece uso dello spinterometro, per misurare le cariche dei piattelli del condensatore (33), e della boccia di Leida (34). Questo fisico misurò la carica elettrica in due modi, cioè colla bilancia di torsione, e collo spinterometro ; e vide che questi due modi, si accordavano insieme nel dimostrare, che le cariche sono proporzionali alle distanze esplosive, vale a dire alla lunghezza della scintilla. Soggiunge però il fisico medesimo, che la bilancia di torsione, forniva risultamenti di esattezza maggiore. Anche altri giunsero alla medesima coneguenza, fra' quali deve il sig. Harris essere compreso (35). Perciò se con d, c, k, k', esprimiamo rispettivamente la distanza esplosiva , ovvero la lunghezza della scintilla, la carica del conduttore, e due costanti, avremo

$$(a) \qquad d = kc \, .$$

Ma sebbene lo spinterometro, possa misurare la carica complessiva di un conduttore elettrizzato, certo è che non potrà misurare la tensione di un suo punto qualunque ; non potrà quindi verificarsi quanto viene supposto, nelle precedenti sperienze che analizziamo, essere cioè la lunghezza della scintilla proporzionale alla tensione t di un punto qualunque del conduttore, non escluso quello che appartiene al vertice del cono, applicato al conduttore stesso. In fatti supponiamo vera sì fatta proporzionalità, ed avremo la

$$(b) \qquad d = k't \, ;$$

combinando questa equazione colla precedente, se con H indicheremo una terza costante, otterremo

$$(c) \qquad t = \mathrm{H}c \, ,$$

(32) Corso elem. di fisica sperim. di G. Belli. Milano 1838, t. 3, pag. 55, li. 9, sal.
(33) Riess Die Lehre von der Reibungselectricität. Berlin 1853, vol. 1.°, p. 329, li. 15.
(34) Idem, p. 377, li. 5.
(35) Leçons élémentaires d'électricité traduites et annotées par Garnault, Paris 1857, pag. 120, li. 10.

vale a dire, saremo condotti da quella supposizione, ad ammettere la tensione di un punto qualunque, proporzionale alla carica del conduttore. Ma è facile riconoscere, non potersi ammettere questa proporzionalità nelle sperienze di cui parliamo.

Infatti dalla teorica di Poisson (36) risulta, che se la distanza fra due corpi conduttori, uno elettrizzato e non l'altro, si mantenga costante; allora soltanto la tensione in qualunque punto del corpo elettrizzato, riesce proporzionale alla carica del conduttore stesso. Poichè se quella distanza variasse, allora il diverso avvicinamento ad un qualunque punto del conduttore, farebbe cangiare in ogni luogo del medesimo la elettrica distribuzione; quindi anche la sua tensione, senza che abbia la carica menomamente cangiato. Ma nelle riferite sperienze, cangia continuamente la distanza in proposito, cioè la distanza fra la sfera eccitatrice, la quale agisce come spinterometro, ed il conduttore; dunque, relativamente alle sperienze stesse, non può verificarsi la (c); quindi neppure la (b), che da questa, e dalla (a) discende. Laonde, poichè non può verificarsi la (b), non potremo ammettere, quello che viene supposto vero nelle indicate sperienze, cioè che la lunghezza della scintilla sia proporzionale alla tensione della punta ; e cessano perciò le conclusioni, dedotte dalle sperienze stesse.

§. 9.

Potrebbe taluno credere, che ad una elettrica tensione infinita, debba sempre corrispondere una elettrica dispersione pur essa infinita. Però vedremo in questo paragrafo, che sebbene la elettrica tensione al vertice di un cono, teoreticamente debba essere infinita; non per questo dovrà essere tale anche la elettrica dispersione del cono stesso. Poichè la tensione infinita solamente ha luogo in un punto geometrico, cioè nel solo vertice del cono, e non in una sua zona di estensione *finita*. Ma la dispersione di un elemento superficiale deve stare necessariamente in proporzione dell'area sua. Perciò la dispersione del vertice, vale a dire di quella parte del cono che possiede tensione infinita, dovrà esprimersi analiticamente, dal prodotto di un fattore infinito, cioè dalla tensione, per un altro fattore infinitesimo, cioè per l'area della punta. Ma il prodotto $\infty \cdot \frac{1}{\infty}$ non presenta in generale un valore infinito; dobbiamo perciò

(36) Mémoires de l'Institut Imperial, Année 1811, pag. 7, li. 12.

concludere, che fra tutte le dispersioni degli elementi superficiali del cono, avvene una soltanto, la quale può avere un valore finito: e siccome le dispersioni di tutti gli altri elementi superficiali del cono , sono infinitesime ; così vediamo che la dispersione totale del cono stesso, può riescire quantità finita. Vediamo cioè che, dall'essere infinita la elettrica tensione della punta, non può concludersi che la elettrica dispersione sua , come anche di tutto il cono , debba essere infinita.

Accade similmente nell'analisi, ove si hanno integrali definiti, di cui la funzione diviene, per certi valori della variabile, un infinito rispetto gli altri valori della variabile stessa ; e con tutto ciò si trova, che l'integrale riesce finito. Così p. e. abbiamo

$$\int_0^\alpha \frac{1}{\sqrt{x}}\, dx = 2\sqrt{\alpha} \ ,$$

valore finito, sebbene per $x = o$ la funzione $\frac{1}{\sqrt{x}}$ divenga infinita. Da ciò si deve concludere, che contando le x sull'asse del cono, e coll'origine al suo vertice, quando la tensione sulla superficie del medesimo fosse rappresentata da $\frac{1}{\sqrt{x}}$, la dispersione sarebbe realmente finita, quantunque debba essere la tensione infinita, nel suo punto corrispondente ad $x = o$.

§. 10.

Nelle sperienze analizzate (§ 6), si è creduto, che la elettrica tensione, misurata erroneamente (§ 8) collo spinterometro, possa misurarsi pure colla pressione dell'atmosfera, che nelle sperienze stesse, fu a torto riguardata causa necessaria, per impedire la elettrica dispersione. Questo concetto include, che la conducibilità dell'aria si debba, in parità di circostanze, considerare inversamente proporzionale alla sua pressione ; per conseguenza dovrebbesi riguardare il vuoto qual conduttore perfetto. Quanto erronea sia questa opinione, può vedersi da ciò che siegue.

Chi ammette che la elettrica tensione, possa misurarsi colla pressione dell'aria, e che la elettrica dispersione venga impedita dalla pressione stessa (37),

---

(37) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, p. 450 li. 25, e pag. 451, li. 3.

deve ammettere necessariamente, che la conducibilità per l'elettrico sia maggiore nell'aria secca rarefatta, e minore nell'aria medesima compressa. La fallacia di questa conseguenza, viene dimostrata dai ragionamenti che sieguono, e che sono istituiti da fisici di molta rinomanza.

L' illustre De la Rive si esprime a questo modo su tale argomen-
» to (38). I fatti dimostrano, che se l'aria trattiene la elettricità sulla su-
» perficie dei corpi, ciò non è punto per la pressione che la medesima eser-
» cita, ma bensì pel potere isolante, che dalla sua natura stessa dipende. L'aria,
» non altramente che i gas, agiscono adunque come uno strato isolante di re-
» sina: e poichè nel vuoto il più perfetto, i corpi ritengono ancora sulla su-
» perficie loro uno strato d'aria, che vi si mantiene aderente; questa circo-
» stanza spiegherebbe perchè i fenomeni elettrici, si manifestano ancora nel
» vuoto . . . . Il sig. Harris ha osservato, che le repulsioni, e le attrazioni
» fra corpi conduttori elettrizzati, hanno luogo nel vuoto come nell'aria: nuova
» prova dell'errore che si commette, facendo entrare la pressione atmosferica
» nei fenomeni di elettrica dispersione ».

Sopra la coibenza del vuoto, furono istituite molte ricerche da vari autori; però le relative sperienze presentano qualche difficoltà per produrre un vuoto realmente secco : giacchè la umidità sviluppata dalla rarefazione dell' aria, rende più conducibile questa. Molti si servirono del vuoto barometrico, prodotto da un mercurio bollito bene. Così Walsh (39) construì un sifone a mercurio, coi pozzuoli isolati, e più alto dell' altezza barometrica, in guisa che le due colonne di mercurio, venivano separate da un vuoto. Comunicando poi ad una delle due colonne di mercurio un poco di elettricità; vide la luce nella parte vuota, ed elettrizzarsi l' altra colonna. La luce non apparve, quando il mercurio era prima bene bollito, e la seconda colonna di mercurio non si elettrizzò affatto, lo che provava la coibenza del vuoto. Questa ricerca sperimentale si fece alla presenza di Franklin, De Luc, e Cavallo. Morgan (40) modificò alquanto la sperienza stessa, coprendo la esterna parte di una camera barometrica colla stagnuola; poscia comunicando a questa una carica elettrica, vide la luce nell' interno, quando il mercurio non fu bollito a bastanza, mentre nel contrario caso, il fenomeno luminoso più non si produceva. Que-

(38) Traité de l'électricité théorique et appliquée, vol. 1.°, pag. 128, li. 4.

(39) Gilbert Annalen, vol. 11, an. 1802, p. 160, li. 5 salendo.

(40) Philosophical Transactions, f. 1785, p. 272. — Belli corso elem. di fis., vol. 3.°, p. 547, Milano 1838.

sta sperienza, si deve spiegare, assomigliando l'adoperato congegno ad una boccia di Leida, e riguardando la luce, che comparve nell' interno, come l'effetto di un trasporto della elettricità libera, sviluppata dentro la camera del barometro stesso, nella quale l'aria costituiva l'armatura intérna.

Erman si valse anch'esso della camera barometrica (41) ben secca, nella quale entrava un filo di platino, traversando il tubo, ma senza toccare il mercurio; mentre un'altro filo, posto nel pozzuolo, era in comunicazione con un elettroscopio sensibile; dando al filo di platino superiore una carica elettrica, vide che l'elettroscopio rimase immobile: ciò dimostra che il vuoto non conduce.

Il sig. Eisenlohr riconobbe la coibenza del vuoto, avendo egli detto, che il vuoto si contava erroneamente fra i conduttori (42), e il sig. Wiedemann dice che il vuoto perfetto e asciutto, diviene coibente (43).

Il celebre Davy (44), adoperò contemporaneamente la macchina pneumatica ed il mercurio, per produrre in un tubo il vuoto, nel quale introdusse un filo di platino, saldato alla estremità chiusa del tubo stesso, ed avendone pendenti altri due sottilissimi, onde servire da elettroscopio. Vide con questo mezzo il nominato fisico, che il vuoto non è buon conduttore dell'elettrico, e che lo è tanto meno, quanto più la sua temperatura diminuisce; però sembra che il vuoto in queste ricerche non fosse giunto ad essere perfetto.

Col vuoto della macchina pneumatica sperimentò anche Dessaignes (45), il quale vide che un elettroscopio, caricato di elettricità, divergeva sotto la campana per due ore.

Harris fece questa medesima sperienza (46), e vide che l' elettroscopio non subì veruna diminuzione, quando la densità dell'aria si era ridotta ad $^1/_{300}$.

Anche Riess (47) trattò così fatto argomento; e dalle sue sperienze ottenne quel medesimo successo, che già fu ottenuto dai citati autori. Inoltre questo fisico riconobbe, che la presenza di un altro corpo, vicino a quello elettrizzato, influisce molto sopra i risultamenti di queste ricerche. Per tale presenza la

---

(41) Gilbert Annalen, vol. 11, an. 1802, p. 163.
(42) Lehrbuch der Physik 1863, p. 520.
(43) Die Lehre vom Galvanismus Braunschweig 1863, vol. 2.°, p. 872.
(44) Philosoph. Trans. f. 1822 pag. 64, e seg. — Belli, opera citata, pag. 548, li. 21. — Pianciani, op. cit. pag. 50, li. 11 salendo.
(45) Gilbert Annalen, vol. 48, pag. 50.
(46) Philosoph. Trans. f. 1834, p. 213 — Repertorium der Physik, vol. 2, p. 14.
(47) Idem vol. 2, pag. 15.

elettrica dispersione deve accrescersi; e secondo le sperienze del Riess, l'aumento è maggiore nell' aria rarefatta, che in quella di densità ordinaria. Da ciò si vede che l'azione complessiva dell'aria rarefatta e del secondo corpo, in parità di circostanze, possono favorire la dispersione indicata. In fatti dal citato fisico si riferiscono i risultamenti numerici di alcuni sperimenti, dai quali è comprovata la giustezza di questo asserto (*).

Il sig. Gassiot (*a*), in occasione de' suoi studi, riguardo alla stratificazione della elettrica luce, riconobbe anch'esso, che il vuoto perfetto è coibente. Questo dotto fisico produsse il vuoto entro un tubo di Geissler, per mezzo del gas acido carbonico rarefatto, che fece assorbire poi dall' idrato di potassa, fuso in un piccolo recipiente, posto a comunicare coll' interno del tubo stesso. In siffatta sperienza, egli vide sparire del tutto la luce, quando interpose il tubo indicato, fra i roofori di una fortissima elettrica pila. Inoltre il nominato fisico vide ancora, che gli elettrometri, applicati sugli estremi dei roofori medesimi, non diminuivano punto le divergenze loro. Tutto ciò dimostra evidentemente, che il vuoto perfetto, anche per la elettricità dinamica, è coibente.

Il fatto che la presenza di un altro corpo, vicino a quello elettrizzato, accresce la elettrica dispersione di questo, nell'aria rarefatta, rispetto quella nell'aria densa, deve spiegarsi come siegue. Dalle mie sperienze (48) si conclude, manifestarsi la induzione più forte nel vuoto, che nell'aria. Ciò posto, si vede che anche l' attrazione fra l' elettrico indotto e l' inducente, debba essere maggiore nel vuoto che nell'aria. Ma la elettrica dispersione, prodotta dal corpo vicino all' inducente, dipende ad evidenza da due cause, cioè dalla conducibilità dell'aria, e dall'attrazione fra le due elettricità, una inducente, l'altra idotta. Chiaro adunque apparisce come di queste due cause, la seconda crescer debba col diminuire la densità dell'aria. Le indicate mie sperienze per provare, che la induzione, tanto rettilinea, quanto curvilinea, si accresce nel vuoto, sono anteriori a quelle dal sig. Gaugain, fatte molto dopo, cioè nel 1864, colle quali questo distinto fisico, non dimostrò l' indicato aumento della induzione, sia rettilinea sia curvilinea; ma soltanto che la rettilinea non diminuiva, rarefacendo l'aria, contenuta nella campana, ove il fenomeno stesso veniva prodotto (*b*). Quindi credo aver dimostrato, molto prima del sig. Gaugain, che

(*) Repertorium der Physik, t. 2, p. 14, li. 2, salendo.

(*a*) Poggendorf, Annalen, vol. 112, p. 156.

(48) Comptes Rendus, t. 43, an. 1856, pag. 721, 8.°

(*b*) Cosmos, vol. 24, pag. 680. — Les mondes, t; 5.°, p. 542.

la induzione elettrostatica, od influenza elettrica, si trasmette più energicamente per mezzo dell'etere, sostanza coibente, non potendosi trasmettere affatto per mezzo della materia conduttrice.

Secondo il ch. fisico Matteucci (49), la dispersione diminuisce nell'aria *secca* tanto più, quanto più decresce la densità dell'aria. Ma quando si tratta della scarica disruptiva fra due corpi, uno inducente, l'altro indotto, la dispersione viene favorita dall'aria rarefatta, perchè in questo caso la induzione diviene più forte; ed il citato autore trovò, che il residuo dopo la scarica, è proporzionale alla densità dell'aria: però non crediamo potersi confondère la scarica disruptiva colla dispersione, perchè la prima è una neutralizzazione, mentre la seconda è una comunicazione.

Nè possiamo esclusivamente ammettere, doversi negare (50) che « le mo- » lecole gassose vengano attratte dai corpi elettrizzati, li tocchino, e ne sieno » in seguito respinti per cedere il posto loro alle altre.» Perciò dissentiamo eziandio che possa esclusivamente supporsi « accadere (51) per le molecole dei » gas, ciò che accade per quelle dei solidi e dei liquidi; cioè che queste mo- » lecole sono attirate dai corpi elettrizzati, restano aderenti ai medesimi, at- » tirando altre molecole gassose attorno esse, in guisa da propagare la elet- » tricità da molecola a molecola, come nei solidi; e che solo nel caso delle » forti cariche elettriche avvenga, che le molecole gassose possano essere po- » ste in moto, come pei solidi, e pei liquidi avviene ».

Non possiamo in tutto ciò convenire; poichè ammettendo esclusivamente questo concetto, si dovrebbe ritenere, che la comunicazione dell'elettrico, trattandosi di cariche non molto forti, ha luogo soltanto per mera conducibilità, e non per trasporto. Non vogliamo negare che nei gas, in certe circostanze, quando specialmente la mobilità delle molecole loro non è perfetta, abbia luogo la comunicazione dell'elettrico anche per effetto di conducibilità: ciò può verificarsi nelle precedenti sperienze, istituite colla punta elettrizzata, e chiusa in un inviluppo coibente, ovvero in una punta, poco sporgente dal centro di un disco pur esso coibente, nelle quali disposizioni, viene in tutto, od in parte impedita la mobilità delle molecole. Dobbiamo però ammettere, che, tolto l'impedimento alla mobilità, la propagazione dell'elettrico nei gas, avvenga in generale, tanto per conducibilità, quanto per trasporto,

(49) Ann. de chim. et de phys., 3.ª sèrie 1850, t. 27, p. 415.
(50) Becquerel, Traité d'électricité et de magnetisme, t. 1.°, Paris 1855, p, 48, li. 7.
(51) Luogo citato.

ma più in questo secondo modo. In fatti vediamo che un corpo elettrizzato, attira corpi leggieri, e poi li respinge, anche allorchè la sua carica è debole, nè la repulsione manca mai. Perciò le molecole dell'aria, che sono tanto più mobili di ogni altro corpo, debbono a *fortiori* subire la elettrica repulsione, quando la mobilità loro non è impedita. Inoltre il molinello elettrico, ed il venticello elettrico, sono fenomeni che riescono sensibili, anche per piccole cariche; e sono una prova evidente, che la elettricità nei gas, viene comunicata dalle molecole loro per trasporto, quando la mobilità delle medesime non abbia verun impedimento. L'indicato trasporto si vede anche meglio nelle sperienze, fatte (52) immergendo nell'olio di Colza due corpi, uno inducente, l'altro indotto.

Per tanto due sono i modi coi quali l'elettrico in un luogo passa nell'altro, cioè: 1.° per trasporto, simile a quello col quale il calorico principalmente si distribuisce nei liquidi, e nei fluidi elastici: 2.° per conducibilità, modo simile a quello col quale il calorico si distribuisce nei solidi, e contro questa distribuzione agisce, tanto per l'elettrico, quanto pel calorico la coibenza, per la quale viene più o meno impedita la distribuzione stessa. Un terzo modo avvi, non identico in ambedue questi agenti, ma simile nei medesimi, col quale l'uno e l'altro manifestano a distanza i loro effetti; ed è per l'elettrico la elettrostatica induzione, mentre pel calorico, è il suo raggiamento. La differenza fra la induzione stessa, ed il raggiamento calorifico, risiede in questo, che la influenza elettrica nè toglie, nè aggiunge all'indotto isolato la benchè minima dose di elettricità; però il raggiamento calorifico, accresce nel corpo che lo subisce la sua temperatura. Dunque se consideriamo il passaggio dell'azione di questi due agenti da un luogo all'altro, vediamo che per ognuno dei due si manifesta in tre modi; e ciò costituisce una correlazione fisica fra l'elettrico, ed il calorico. Inoltre dal vedere che tanto la elettricità, quanto il calorico sono trattenuti sui conduttori, non dalla pressione contro i medesimi del mezzo che li circonda, ma dalla mancanza di conducibilità del mezzo stesso, troviamo in questo fatto un'altra correlazione fisica fra questi due agenti, elettricità, e calorico.

Abbiamo trattato della elettrica dispersione, relativamente alla densità dell'aria, nella quale succede la dispersione medesima; ed abbiamo veduto che gli autori tutti ritengono, contro le citate sperienze (§ 6, e § 10), che questa dispersione decresce col diminuire della densità dell'aria secca, cioè coll'avvicinarsi al vuoto. Però

(52) Comptes Rendus, t. 62, an. 1866, p. 232, e seg.

avvi ancora un altra causa, che modifica essenzialmente la elettrica dispersione, avvi cioè la umidità, della quale non si tenne conto affatto nelle citate sperienze (§ 4, 5, 6, 7). L'effetto della umidità fu sperimentato da più fisici, ed in particolare da Coulomb, e dal ch. Matteucci. L'effetto medesimo è sensibilissimo; cosicchè trattandosi dell'atmosfera, in cui la densità varia fra limiti angusti, la elettrica dispersione a causa della umidità, varia fra limiti molto fra loro distanti: cioè si trovò in quattro giorni di sperimenti, essere il suo minimo ed il suo massimo effetto, nel rapporto di 1:5, come risulta dalle sperienze di Coulomb (53).

Da tutte le osservazioni che abbiamo fatto precedere, si vede quanto sia mal fondato il concludere (54) « allorchè dunque si traggono, dal conduttore di » una potente macchina elettrica, delle scintille di 500 millimetri di lunghezza, » il fluido elettrico accumulato alle punte collettrici, esercita sull'aria ambiente » ad un'atmosfera, e senza vincere la sua resistenza, una pressione di 1000 » atmosfere. »

§. 11.

In una nota contro i riferiti sperimenti (§. 5), di cui le conseguenze furono evidentemente da noi riconosciute false colle precedenti osservazioni, fu detto (55). « È da osservare che lo stato di elettrica tensione alla punta di un » cono, risulta non solamente dallo stato del fluido in questo medesimo luogo, » ma eziandio dall'azione repulsiva, esercitata dall' insieme dello stato elettrico » distribuito alla superficie del cono medesimo, che noi supponiamo in libera » comunicazione col suo vertice. Quando s' interpone fra questo, ed il resto » della superficie, un disco molto largo, cattivo conduttore, come la gomma » elastica, e sul quale la punta del cono emerga pochissimo, le azioni reci- » proche, fra gli strati elettrici verso la punta, e sul resto del cono, separate in » tal guisa, non sono più nelle condizioni degli strati elettrici, che la teorica » matematica suppone assolutamente liberi. La differenza delle condizioni » è sopra tutto manifesta dalla sperienza (56), nella quale un disco largo, » e cattivo conduttore, forma ostacolo allo scorrere libero e continuo, » del fluido, dalla base al vertice della conica superficie, che questo disco

(53) Riess Elettrostatica, vol. 1.° p. 115, — Mém. de l'Acad. de Paris, 1785, pag. 616, nelle ultime due linee.

(54) Comptes Rendus, an. 1866, t. 62, pag. 451, li. 20.

(55) Comptes Rendus, an. 1865, t. 60, p. 412, li 20.

(56) Comptes Rendus, an. 1865, t. 60, pag. 180, li. 2 salendo.

» serra presso il vertice stesso. Egli è presumibile che, se invece di tro-
» varsi a contatto immediato con questo largo collaro isolante, la punta
» passasse liberamente a traverso un' apertura piccola, praticata nel centro
» del disco, d'altronde convenientemente sostenuto, ma senza che la punta
» fosse a contatto coi bordi del disco medesimo, il potere della punta, non sa-
» rebbe affatto diminuito, e l'escita del fluido, presso a poco si effettuerebbe,
» come se la medesima fosse del tutto isolata nell'aria. » . . .

Osserviamo relativamente al riferito brano: 1.° Che lo stato elettrico di una punta, cioè la elettrica sua tensione, risulta principalmente dalla curvatura, la quale nella punta essendo infinita, rende anche infinita la sua tensione. L' altezza del cono può variare, crescendo e diminuendo, quanto si vuole, che l' insieme degli strati elettrici, sottoposti al vertice del cono stesso, non avranno influenza tale, da impedire che nel vertice medesimo, la tensione sia sempre teoricamente infinita. 2.° Che sebbene il collaro di coibente stringa il cono, la elettricicità passerà sempre a traverso tale strettura, percorrendo la superficie conducente del cono, e si accumulerà sulla punta. 3.° La dispersione del fluido elettrico dalla punta del cono, si effettuerà molto più, se questo sia collocato in aria libera, di quello che se il medesimo traversi un largo foro, praticato in un disco non conduttore senza toccarlo. 4.° Che la causa primaria, per la quale il disco non conduttore, impedisce in parte la dispersione dalla punta del cono, è la induzione, da cui viene vincolata in parte la elettricità della punta stessa, come già fu dichiarato (§ 5). Questa è anche la causa da cui la elettrica corrente dei telegrafi sottomarini, corre meno veloce, di quella nei fili telegrafici, che sono immersi nell'aria, come Faraday osservò pel primo.

Sembrò evidente a taluno (57), che il disco non conduttore, traversato nel centro dalla punta « non potesse avere alcuna influenza, che attenuasse
» la forza repulsiva del fluido elettrico della punta medesima; poichè dalla
» relativa sperienza, il disco non altramente che l'aria circostante, sono l'una
» e l' altra coibenti. » Questo asserto è inammissibile, a motivo dell' attrazione fra l' elettrico della punta ed il disco di gomma elastica, per lo che non può negarsi, esistere un' influenza per parte del disco, sulla forza repulsiva del fluido elettrico della punta, come tanto esplicitamente già fu esposto (§. 5); cosicchè non crediamo necessario con altre parole su ciò trattenerci.

---

(57) Comptes Rendus, t. 60, an. 1865, pag. 181, li. 3.

§ 12.

Gli sperimenti che abbiamo analizzato (§ 4, 5, 6, 7), hanno per iscopo negare la esistenza della forza elettro-repulsiva ; e noi dimostrammo , che non valgono essi punto a negare la esistenza della indicata forza. Ora vogliamo , a compimento del nostro assunto , in questo paragrafo , e nel seguente § 15 , dimostrare , tanto razionalmente , quanto sperimentalmente la esistenza stessa.

Dimostrazione razionale. Dietro l'osservazione del solo fatto generale, che l'elettricità libera portasi dall' interno, alla esterna superficie dei corpi conduttori, che ivi per modo si distribuisce , da cresce o decresce colla curvatura, e che la inducente respinge la omologa sull' indotto isolato, si dimostra *a priori* la esistenza della forza ripulsiva elettrica. Da ciò si dimostra eziandio col calcolo, che questa forza è in ragione inversa del quadrato della distanza (58): due fatti che hanno ricevuto il suffragio della sperienza. Inoltre le conseguenze dedotte dall'analisi di Poisson, relative alla distribuzione dell'elettrico equilibrato sui conduttori, suppongono la esistenza della forza elettrica repulsiva, e sono convalidate dagli sperimenti ; ciò costituisce un'altra prova che la repulsione indicata esiste.

Facciamoci da ultimo a rifiettere sull'analisi, che conduce alla formula, valore della repulsione risultante fra due corpi elettrizzati omologamente, per es. fra due sfere , nel qual caso il calcolo giunge facile a determinare la formula indicata. L'analisi per questo fine, tutta consiste nella ipotesi, che la repulsione fra due elementi, uno appartenente alla prima sfera, l'altro alla seconda, non sia già soltanto un'apparenza, ma bensì una realtà. Inoltre l'analisi medesima è anche basata sul fatto sperimentale, che cioè la forza elettrica si eserciti nella ragione inversa del quadrato della distanza. E per giungere alla indicata formula , si considerano senz' altro la estensione superficiale dei due citati elementi , la distanza fra loro , e le densità elettriche di essi.

In primo luogo consideriamo una sola sfera, che, per evitare ogni difficoltà, supporremo essere di un perfetto coibente, dentro un ambiente pur esso

(58) Plana, sur la distribution de l'électricité à la surface de deux sphères conductrices, Extrait des mémoires de l'acad. des sciences. T. VII, série 2, an. 1844 - Turin 1845, p. 325.

tale. Dicasi r il raggio qualunque della sfera medesima, rappresentiamo con C la sua carica elettrica, che supporremo sempre uniformemente distribuita sulla superficie della sfera stessa. Rappresentiamo con a la distanza fra il centro di questa sfera, ed il punto sul quale agisce per mezzo di reciproca repulsione: la carica elettrica, omonoma di quella del punto medesimo, si esprima con c; finalmente δ esprima la densità dell'elettrico, in ogni punto della sfera. Immaginiamo la superficie sferica divisa in tante zone, di altezza infinitesima, prodotte da sezioni, ognuna perpendicolare alla retta che indicammo con a. Pel teorema di Archimede, l' area di una qualunque di queste zone, sarà espressa con

$$2\pi r dx\,,$$

e la massa elettrica distribuita sulla zona medesima sarà

$$2\pi r\delta dx\ .$$

Per avere l'elemento differenziale di questa massa, corrispondente alle coordinate ortogonali x, y, che hanno la origine loro nel centro dalla sfera, intendiamo divisa nuovamente la sfera medesima, con tanti piani vicinissimi fra loro, e tutti passanti per la distanza a; cosicchè l' angolo fra due consecutivi dei medesimi sia $d\varphi$. Chiamando e la massa elettrica, contenuta in uno qualunque degli elementi della zona indicata, la troveremo per mezzo della seguente proporzione

$$e\ :\ 2\pi\delta r dx = d\varphi\ :\ 2\pi\ ,$$

donde

$$e = \delta r dx d\varphi\ .$$

Dicasi d la variabile distanza fra questo elemento della massa elettrica, ossia della carica sopra una qualunque delle indicate zone, ed il punto attratto: la forza repulsiva ρ fra l'elemento stesso, ed il punto medesimo, sarà espressa da

$$\rho = \frac{\delta r c dx d\varphi}{d^2}\ .$$

È poi facile vedere, mediante il triangolo rettangolo, formato dalla ipotenusa d, e dai cateti y ed $a - x$, che avremo

$$d^2 = (a - x)^2 + y^2 = (a - x)^2 + (r^2 - x^2) = a^2 - 2ax + r^2\ ,$$

quindi sarà

$$\rho = \frac{\delta r c dx d\varphi}{a^2 - 2ax + r^2}\ .$$

Si decomponga questa repulsione elementare in due, una secondo l'asse delle y, l'altra secondo quello delle x : la prima, poichè il sistema è simmetrico attorno l'asse delle stesse x, sarà distrutta da un'altra opposta ed eguale; perciò non dovrà essa entrare nel calcolo che facciamo. In quanto alla seconda elementare componente dq, la quale agisce sempre parallelamente all'asse delle x, questa sarà pel triangolo sopra indicato, espressa da $\rho\cos.\omega$, essendo ω l'angolo variabile da una zona all'altra, formato dalla risultante ρ coll'asse delle ascisse; quindi avremo

$$dq = \frac{\delta rc \cos.\omega\, dx d\varphi}{a^2 - 2ax + r^2}\,.$$

Ma nel triangolo medesimo abbiamo

$$\cos.\omega = \frac{a-x}{d} = \frac{a-x}{\sqrt{(a^2-2ax+r^2)}}\,,$$

dunque sarà

$$dq = \frac{\delta rc(a-x)dxd\varphi}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}}\,,$$

ed integrando rispetto alla variabile φ, fra i limiti e o, 2π, avremo

$$q = \int_0^{2\pi} \frac{\delta rc(a-x)dxd\varphi}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{2\pi\delta rc(a-x)dx}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= 2\pi\delta rc\left[\frac{adx}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{xdx}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}}\right].$$

Chiamando Q la repulsione totale, fra l'intera sfera ed il punto, integrando fra i limiti r, e $-r$, avremo

$$Q = 2\pi\delta rca\left[\int_{-r}^{+r}\frac{dx}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{a}\int_{-r}^{+r}\frac{xdx}{(a^2-2ax+r^2)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

$$= 2\pi\delta rca\left[\left[\frac{-2}{-2a\sqrt{(a^2+r^2-2ax)}}\right]_{-r}^{+r} - \frac{1}{a}\left[\frac{2(a^2+r^2-2ax+a^2+r^2)}{4a^2\sqrt{(a^2+r^2-2ax)}}\right]_{-r}^{+r}\right]$$

$$= 2\pi\delta rca\left[\frac{1}{a\sqrt{(a^2+r^2-2ax)}} - \frac{(a^2+r^2-ax)}{a^3\sqrt{(a^2+r^2-2ax)}}\right]_{-r}^{+r}$$

$$= 2\pi\delta rca\left[\frac{ax-r^2}{a^3\sqrt{(a^2+r^2-2ax)}}\right]_{-r}^{+r}$$

$$= 2\pi\delta rca\left[\frac{ar-r^2}{a^3\sqrt{(a^2+r^2-2ar)}} + \frac{ar+r^2}{a^3\sqrt{(a^2+r^2+2ar)}}\right]$$

$$= 2\pi\delta rca\left[\frac{ar - r^2}{a^2(a-r)} + \frac{ar + r^2}{a^2(a+r)}\right] = 2\pi\delta rca\left(\frac{r}{a^2} + \frac{r}{a^2}\right);$$

dunque finalmente, avremo

$$(1) \qquad Q = \frac{4\pi\delta r^2 c}{a^2} = \frac{C \, . \, c}{a^2} \, .$$

Da questa formula concludiamo, che la repulsione di una sfera sopra un punto, ambedue carichi di elettricità omologhe, si esercita come se tutta la carica elettrica della sfera fosse raccolta nel suo centro; e reciprocamente la repulsione di un punto sopra una sfera si esercita, come se la carica di questa, fosse ridotta nel suo centro. Dicasi lo stesso dell'attrazione, quando la sfera ed il punto sieno elettrici per cariche di contraria natura fra loro. Sostituendo al punto una sfera, colla stessa carica elettrica di questo, ed avente per centro il punto stesso, è chiaro per la (1), che l'azione repulsiva della seconda sfera, sopra ogni punto della prima, dovrà esercitarsi come si esercitava quella del punto; ma la prima sfera essa pure agiva come se fosse stata ridotta nel suo centro: dunque le due sfere si respingeranno, come se le cariche loro si fossero accumulate nei rispettivi centri. Per conseguenza la formola (1), assegnerà eziandio la elettrica repulsione, pel caso di due sfere omologamente elettrizzate. Ma la formula (1) fu riconosciuta vera dalle sperienze (59) di Coulomb, inoltre il processo analitico, mediante il quale noi la deducemmo, essenzialmente include la esistenza di una reale forza repulsiva, e non apparente: dunque non può negarsi questa esistenza.

Ora se la repulsione di cui parliamo non fosse reale, ma invece fosse l'effetto unicamente delle azioni attrattive di tutto l'ambiente; certo è che il calcolo per giungere alla risultante di queste supposte attrazioni, si dovrebbe istituire in modo assai diverso, da quello sopra indicato. Si dovrebbe 1.° trovare la induzione integrale di ciascuna sfera sopra un elemento qualunque dell'ambiente; quindi si dovrebbero queste sommare, al qual fine occorrono due integrazioni, una per ogni sfera. 2.° Trovato così l'effetto induttivo totale delle due sfere, sopra un elemento qualunque dell'ambiente, si dovrebbe decomporre secondo la retta che congiunge i due centri; quindi per mezzo di una integrazione, si dovrebbe trovare la componente dell'elemento medesimo relativo a tutta la sfera. In fine integrando una seconda volta relativamente a

(59) Hist. de l'acad. royale des sciences, Paris, année 1785, p. 572, e p. 611 (1.°).

tutti gli elementi dell'ambiente, si otterrebbe l'azione attrattiva totale; vale a dire si troverebbe la forza, secondo la quale una qualunque delle due sfere si allontana dall'altra, per l'attrazione reciproca dell'ambiente sulla sfera stessa.

Ma la formula (1) ottenuta colla prima di queste due analisi, è universalmente riconosciuta vera, ed è confermata dalla sperienza per la prima volta da Coulomb (60). Laonde se per mezzo della seconda fra le indicate analisi, potesse giungersi a trovare la stessa formula, sarebbe la ipotesi della sola attrazione, soddisfacente quanto la repulsione, a spiegare l'allontanamento fra loro di due sfere cariche di elettricità omologhe. Noi per tanto proponiamo, a quelli che negano la esistenza della elettro-repulsione, dimostrare colla seconda analisi, come si possa giungere alla formula indicata: ciò nulla ostante sarà sempre vera la esistenza della elettrica repulsione, giacchè questa viene ad evidenza dimostrata dal precedente analitico ragionamento, confermato dalla sperienza.

§. 13.

Abbiamo tacitamente supposto nell'analisi precedente, che quel punto il quale subisce l'azione elettrica, si trovi al di fuori della sfera; perchè ciò soltanto era necessario, pel caso nostro, cioè per dimostrare vera, e non apparente, la elettro-repulsione. Ma l'analisi medesima risponde ancora per l'altro caso, nel quale il punto si trovi nell' interno della detta sfera. Riprendiamo a tal fine la

$$q = \frac{2\pi\delta rc(a - x)dx}{(a^2 - 2cx + r^2)^{\frac{3}{2}}},$$

esprimente l'azione sul punto, tanto attrattiva quanto repulsiva, dell'elemento anulare, cui corrisponde l'ascissa x. Se questo punto si trovi al di fuori della sfera, tutte le azioni degli elementi, per essere $a > x$, posseggono il medesimo segno algebrico; quindi è chiaro che per determinarne l' azione totale, possiamo integrare il precedente valore di q fra i limiti $-r$ ed r, come di fatto abbiamo eseguito precedentemente.

Ma trovandosi quel punto nell' interno della sfera, le azioni degli elementi anulari di essa non conserveranno il medesimo segno, quando la x percorre i suoi valori da $+r$, sino all'altro $-r$, ed essi passeranno dal positivo al negativo, quando $x = a$. Da ciò si vede che in tale caso, debbonsi trovare se-

(60) Histoire de l'acad. royale des sciences, an. 1785, p. 572, e pag. 611, (1.°).

paratamente le azioni delle due calotte sul punto compreso da esse. Le due calotte medesime, vengono prodotte da una sezione della sfera, passante pel punto, e perpendicolare alla retta che congiunge questo, col centro della sfera stessa. Il valore numerico di queste azioni, sottratto uno dall'altro, darà il valore della risultante loro sul punto dato.

Ora considerando la calotta, per la quale tutte le ascisse hanno il medesimo segno, si trova

$$Q = 2\pi\delta rc \int_a^r \frac{(a - x)dx}{(a^2 - 2cx + r^2)^{\frac{3}{2}}},$$

ovvero

$$Q = 2\pi\delta rca \left[\frac{ax - r^2}{a^3 \sqrt{(a^2 + r^2 - 2ax)}}\right]_a^{+r}$$

$$= 2\pi\delta rca \left[\frac{ar - r^2}{a^3\sqrt{(a^2 + r^2 - 2ar)}} - \frac{a^2 - r^2}{a^3\sqrt{(r^2 - a^2)}}\right]$$

$$= 2\pi\delta rca \left[\frac{-r + \sqrt{(r^2 - a^2)}}{a^3}\right] = 2\pi\delta rc \left[\frac{-r + \sqrt{(r^2 - a^2)}}{a^2}\right].$$

Questa è l'azione, fra il punto in proposito e la calotta indicata, di cui la base dista di a dal centro della sfera.

Per avere l'azione della seconda calotta, sul punto medesimo, dovremo integrare il valore simbolico di Q fra i nuovi limiti a, e $-r$, appartenenti all' azione stessa. Ma eseguendo questa integrazione, si ottiene lo stesso risultamento, già ottenuto per la prima calotta, ma di segno contrario. Dunque dobbiamo concludere, che ognuna delle due calotte agisce ugualmente, sul punto compreso dalle medesime; perciò queste azioni sono eguali e di segno contrario fra loro: di quì discende che quel punto, subisce un azione totale zero, quando è dentro una sfera.

§ 14.

Dimostrammo analiticamente, che l' azione tanto attrattiva quanto repulsiva di una sfera, sopra un punto interno alla medesima, è nulla. Però trattandosi di materia elettrica, si osservi bene che questa, non solo agisce *meccanicamente* sul punto, sia dentro, sia fuori del corpo elettrizzato; ma vi agisse anche *fisicamente*, cioè decomponendo il fluido naturale del punto stesso. Questa azione *fisica* non è considerata nel precedente calcolo, come neppure

nell'analisi più volte citata di Poisson, ed in quella di ogni altro fisico geometra, che abbia trattato la elettrostatica col calcolo; ed è un'omissione vera il non averla mai considerata.

Per tanto, se la sfera sia di coibente, ognuno vede che l'azione fisica dell'elettrico distribuito uniformemente sulla sfera stessa, potrà esercitarsi sul punto interno, senza che ne nasca verun assurdo: questo punto perciò rimarrà in equilibrio, perchè l'azione meccanica sul medesimo è nulla; ma subirà esso ad un tempo la induzione: cioè il suo fluido naturale sarà decomposto; però, mediante la coibenza, non potrà l' omologo dell' inducente dipartirsi dal medesimo punto. Se poi la sfera, sia di materia conduttrice, in tal caso, quante volte si ammettesse che l' azione elettrica possa traversare anche i conduttori, ne verrebbe che il punto, come nel caso precedente, non potrà concepire verun moto; ma dovendo subire anch'esso la decomposizione del suo fluido naturale, l' omologo dell' inducente, per essere la materia conduttrice, si dovrà portare alla superficie della sfera, ed aumentarne la carica. Laonde si dovrebbe verificare una maggiore induzione sul punto stesso, per la quale nuovamente la carica superficiale della sfera si accrescerà: e così all' infinito. Quindi è chiaro che, supponendo essere la materia conduttrice, permeabile dall'azione elettrica induttiva, dovrebbe verificarsi un assurdo; cioè un moto perpetuo dell'elettrico, dal punto supposto nell' interno della conducente sfera, sino alla superficie di essa, lo che non può ammettersi. Dunque rimane dimostrato, che le azioni elettriche non traversano i corpi conduttori. Come dunque salvare tutte quelle analisi, nelle quali, essendo supposto che le azioni elettriche traversano l' interno dei conducenti, tuttavia sono i risultamenti loro in accordo colla sperienza?

A me sembra che si debbano salvare, facendo avvertire, che sebbene la materia conduttrice non venga traversata realmente dalle azioni elettriche, tuttavia, per comodo del calcolo, si può supporre che la traversi; ma devesi riguardare nell' interno dei corpi stessi per nulla, tanto la risultante delle azioni meccaniche, quanto la risultante, cioè l'effetto, delle azioni decomponenti. Noi crediamo indispensabile questa rettificazione in tutte le analisi di elettrostatica, relative ai corpi conduttori.

§. 15.

Dimostrazione sperimentale. Sopra un disco di carta dorata, del diametro di tre decimetri circa, se ne applichi un altro concentrico, formato da più strati di vernice di cera lacca, ed avente per diametro un decimetro circa.

Sopra questo secondo disco, se ne applichi un terzo di carta dorata, del diametro di tre centimetri. All'estremo di un sottile stelo ben rettilineo, quanto fa d'uopo lungo, passante pel comune centro dei nominati dischi, si fissi questo triplice disco, e lo stelo medesimo controbilanciato, si renda oscillante, intorno ad un sottile asse orizzontale, che lo traversi un poco al disopra del centro di gravità del sistema. Si avrà per tal guisa un pendolo, mobilissimo attorno il suo asse orizzontale. Un altro disco di latta, del diametro di cinque decimetri, avente nel mezzo un foro del diametro di un decimetro, sia stabilito in modo, che il pendolo, nello stato di equilibrio, chiuda esattamente col disco di cera lacca il foro indicato. Quindi apparisce, che tutto comunicherà col suolo, salvo il minore disco di carta dorata, e che il disco di latta, servirà per impedire le induzioni curvilinee dietro il pendolo.

Caricata di elettrico, sia positivo, sia negativo, la interna superficie di una piccolissima bottiglia di Leida, il suo bottone si porti a toccare il centro del minore disco di carta dorata, mentre un piano di prova, comunicante col suolo, si tiene vicinissimo alla *opposta* superficie del disco maggiore di carta dorata. Appena ricevutasi dal disco minore la elettricità dal bottone della bottiglia, tosto si vedrà il pendolo allontanarsi dal bottone medesimo. Si tolga dalla comunicazione col suolo il piano di prova, ed isolato si porti sul bottone di un elettroscopio a pile secche: non si avrà indizio veruno di elettrica influenza. Perciò dovremo concludere dal seguito allontanamento del pendolo, che la forza repulsiva elettrica esiste. Poichè questo allontanamento non può essere stato prodotto d'attrazione veruna, come dimostra il piano di prova, trovato allo stato neutrale. Questa sperienza, escludendo l'attrazione dei corpi circostanti dietro al corpo elettrizzato, escludendo cioè la induzione del disco di cera lacca sull'aria dietro al medesimo, dimostra evidentemente che la forza elettrica repulsiva esiste di fatto.

Se mai volesse taluno, contro questa ultima sperienza obbiettare, che la repulsione del disco pendolo, proviene dall' aria spinta contro il medesimo; risponderemo che se questa spinta deriva dall' elettrico della bottiglia, già sarebbe ammessa la repulsione dell'elettrico per se medesimo. Se poi si volesse, che provenga quella repulsione dall'aria, la quale attratta dal bottone, va contro il disco, dovrebbe questa produrre l' allontanamento del disco dal bottone, anche prima che sia comunicata da questo al disco la elettricità, ed eziandio dovrebbe la elettricità stessa manifestarsi al piano di prova, posto dietro al disco allontanato dal bottone; ma questi effetti non si verificano punto.

§ 16.

Dicemmo (§ 2), che il p. Pianciani, a convalidare la opinione sua, favorevole alla non esistenza della elettrica repulsione, riferiva lo sperimento di Volta, consistente nell'osservare, che due dischi elettrizzati omologamente, e posti fra loro a piccola distanza, si allontanano l' uno dall'altro con debole forza; pel contrario, caricati con elettricità di natura contrarie, si attraggono assai fortemente. Promettemmo ivi, dare in appresso la spiegazione di questo fatto, a dimostrare, che il medesimo non è punto favorevole alla mancanza della elettrica repulsione. Per soddisfare alla promessa, riflettiamo che Volta riferisce l' indicato fatto dicendo, che nel medesimo l' aria circostante si elettrizza, lo che richiede un certo tempo, e perciò si ha il ritardo del movimento, quando si tratta di repulsione, la quale, secondo lo stesso fisico, sarebbe apparente, ma in realtà sarebbe l'effetto della circostante attrazione. Contro questa conseguenza osserviamo, che la induzione succede in istante; inoltre che, trattandosi di forze molto deboli, come quelle del caso in proposito, la resistenza dell' aria si fa sentire fortemente, e tanto più quanto è minore la distanza fra i due piattelli; poichè un rapido allontanamento fra i medesimi, produrrebbe di necessità una rarefazione dell'aria frapposta. Perciò questa resistenza, non può trascurarsi nella spiegazione dell' indicato fenomeno; ed il Belli esso pure in ciò si accorda (54). Questo fisico poi, nel citato luogo, assegna una seconda causa della indicata lentezza di allontanamento, dicendo « Io osservo però, che in questa lentezza, molta parte vi doveva al» tresì avere la circostanza, che toccando al piccolo peso di un grano o » poco più, a far muovere una massa di più migliaia di grani, qual' era » la massa di tutta la bilancia col disco appeso, doveva il moto riuscire per » necessità di gran lunga più lento, che quello dei gravi liberamente caden» ti ». Noi crediamo che, non è a proposito la seconda causa dal Belli quì riferita; perchè la medesima, deve appartenere anche al caso dell' attrazione: per la qual cosa, Volta confrontò la velocità della repulsione, non già con quella dei corpi liberamente cadenti, ma con quella dell' attrazione. Il Volta, riportato da Pianciani (55), asserisce come indicammo, che l' attrazione dei due dischi si effettua sempre con molta più energia, di quello avvenga della ripulsione loro (56). Ciò facilmente si spiega, eziandio perchè i due

(54) Corso elem. di fis. sperim. Vol. 3.° Milano 1838, p, 459, lin. 8 salendo.
(55) Istituzioni citate, t. 3.°, pag. 80, li. 3.
(56) Collezione citata, pag. 76, e 77.

dischi trovandosi caricati di elettricità opposte, queste si porteranno in maggior copia nelle superficie dei dischi le quali si riguardano; cosicchè tanto la carica, quanto la reciproca loro attrazione, crescerà ivi col diminuire la distanza fra i medesimi dischi. Se questi sieno invece caricati di elettricità omonoma, in tal caso le cariche, si accumuleranno in maggior copia nelle superficie loro che non si riguardano, lo che contribuisce a diminuire la repulsione reciproca fra essi; cioè a renderla torpida, e minore dell'attrazione, a parità di circostanze. Avviene ciò, non perchè manchi la elettrica repulsione, come pretenderebbe il Pianciani nel citato luogo; poichè la repulsione dell' elettrico per se stesso, non cessa mai, salvo nell'unico caso della elettricità *indotta*, la quale cessa onninamente di tendere, ossia di repellere se stessa, finchè rimane indotta : bensì avviene per le altre cagioni ora indicate. Non risulta se Volta prendesse in questi due casi cariche uguali: se ciò non fosse, i risultamenti delle sue sperienze, non sarebbero concludenti secondo la opinione di questo fisico. Ma per ottenere in pratica la uguaglianza delle cariche , si esiggono molte cautele.

Il fatto adunque che, nel citato sperimento, la elettrica repulsione riesce debole rispetto l' attrazione , dipende *principalmente* dall' essere la elettricità omonoma dei due piattelli, posti uno contro l'altro, distribuita in maggior copia sull' esterne superficie dei medesimi ; mentre nel caso dell'attrazione, le due elettricità eteronome, sono distribuite in maggior copia sulle interne superficie dei piattelli stessi; non già dipende il fatto medesimo dalla mancanza della elettrica repulsione: perchè questa, nell'elettrico libero, esiste realmente, come già fu dimostrato (§ 12, e § 13).

Osserveremo da ultimo, che l'aderenza fra i due piattelli, quando fossero in contatto fra loro, deve potentemente diminuire la elettrica repulsione fra essi, e sopra tutto purchè i dischi sono di metallo. Egli è vero che la forza di aderenza, si fa sentire soltanto nel contatto fisico ; ma siccome a questa posizione corrisponde anche il maggior effetto repulsivo (*); così rilevasi che l'azione prodotta dall'aderenza indicata , non è trascurabile punto riguardo alla *totale* repulsione. Supponiamo che abbiansi due sfere di coibente , caricate l'una e l' altra , una volta con elettricità omonome , un' altra con elettricità eteronome. Le cariche non potendo in questo caso cangiare per influsso la distribuzione loro , ed essendo l'una , e l' altra dello stesso valore numerico , se avvenisse, come Volta pretende, che la repulsione, propria del primo caso,

(*) Belli, Corso elem. di fis. sper. t. 3, pag. 158. — Collezione delle opere di Volta, t. 1.°, parte 2.ª, p. 68.

fosse minore dell' attrazione propria del secondo, un tal fatto sarebbe in aperta contraddizione, con una delle più fondamentali elettrostatiche leggi. Cioè il fatto supposto, si opporrebbe al principio, che tanto la repulsione fra elettricità omonome, quanto l' attrazione fra elettricità eteronome, dev' essere proporzionale al prodotto delle rispettive cariche, da cui provengono le indicate azioni. Ora siccome questa legge fu da molti, ed in particolare da Coulomb (*), verificata sperimentalmente: perciò se da una parte le nostre osservazioni convalidano il riferito fatto, da Volta osservato nei *conduttori*; dall'altra non possiamo punto dubitare, che il fatto medesimo debba spiegarsi diversamente, da come fu spiegato, prima dal Volta, e poi dal Pianciani; ma bensì debba spiegarsi, nel modo che abbiamo riferito.

L' ultima sperienza del Volta (57), per mostrare la non esistenza della elettrica repulsione, consiste « in un filo di ferro, guarnito in ciascuna estre- » mità da un paio di pendolini leggerissimi, che mette capo in due campane » di vetro; l'aria di una delle quali sia stata previamente impregnata di elet- » tricità. Osserverassi come sulla prima i pendolini involti da tal aria elet- » trizzata, divergeranno (qual se appunto si ripellessero) e viemmaggiormente » divergeranno, e più a lungo, ove venga a toccarsi col dito il fil di ferro » medesimo; perciò che si dà allora maggior luogo al fluido elettrico di ri- » tirarsi da detti pendolini; come intanto i pendolini, che stanno nell'aria non » elettrizzata dell'altro recipiente, penderanno paralleli senza ombra di repul- » sione; e come poi ritirato il dito, a misura che la elettricità dall'aria im- » pregnatane si comunica ai pendolini che involge, e per essi a tutto il con- » duttore ora isolato, i medesimi si abbasseranno sino al totale loro deca- » dimento, mentre acquisteranno divergenza, e s' alzeranno d' altrettanto i » pendolini dell'aria non elettrizzata. »

La sperienza ora descritta, riferita eziandio dal Pianciani (58), per lo stesso fine, consiste in sostanza, nell'altra cognitissima di un corpo elettrizzato, che induce sopra un altro, fornito agli estremi suoi di un elettrometro. Il corpo inducente viene rappresentato dall'aria elettrizzata, contenuta nella prima campana, che chiameremo A, ed anche sulle interne pareti di essa. Toccando il corpo o filo di ferro indotto, che congiunge gli elettrometri, quello dei medesimi contenuto in A, che potrebbe ancora essere restato chiuso, quando

(*) Histoire de l'acad. roy. des scien. année 1785. p. 611, (1.°), li. 11.
(57) Collezione citata, p. 81, lin. 3 salendo.
(58) Istituzioni citate, t. 3.°, parte 1.ª, p. 80, li. 2 salendo.

esso pure avesse partecipato alla interna elettrizzazione della campana, divergerà maggiormente; poichè la elettricità libera contenuta dal filo di ferro, si sarà dispersa nel suolo, e sarà cresciuta sui fili di questo elettrometro la induzione dell'elettrico contenuto nella campana A; quindi l'elettrometro stesso, in questo particolar caso, divergerà unicamente per attrazione. Avvenuta la indicata dispersione, i pendolini dell'elettrometro, contenuto nella seconda campana B, si abbasseranno; ma in seguito, se rimarrà il filo di ferro bene isolato, i pendolini stessi dovranno col tempo, tornare a divergere, per la comunicazione della elettricità, che dalla campana A si porterà, lungo il filo di ferro, nell'altra B. Quindi continuando la sperienza, dovranno i pendolini, contenuti nella A, diminuire la loro divergenza, mentre dovranno accrescerla, sino ad un certo limite, quelli contenuti, nella B; e questi divergeranno tanto per attrazione, quanto per effetto di repulsione, ma molto più per questa. Non si vede adunque, come la sperienza indicata, possa escludere la esistenza della forza elettro-repulsiva nei pendolini, contenuti nella campana B.

Il Pianciani (61), vorrebbe conciliare la opinione di coloro, che negano la elettrica repulsione, con quelli che l'ammettono, dicendo « Senza dar tutto » e neppure le prime parti alla repulsione, anzi dando bando alla repulsione » elettrostatica in vero e stretto senso, altri fisici spiegano felicemente i vari » fenomeni, e tra questi il vicendevole allontanarsi di due corpi similmente » elettrizzati. Non si nega che l' elettrico soprabbondante (positivo), eserciti » una *pressione*, un *impulso* qual egli sia (e si chiami, se così piace, *repulsione*), sull'elettrico dagli altri corpi e lo allontani. Non si nega che le mo» lecole dell'elettrico, allorchè sono libere, tendono a spandersi, e sembrino eser» citar fra di loro, una repulsione alla foggia dei fluidi elastici. Si pensa sol» tanto da questi fisici, che l'attrazione fra l'elettrico, e i corpi negativi, che » tende a ristabilir l'equilibrio, basti a dare ragione di quella che dicesi re» pulsione fra i corpi similmente elettrizzati, e che quei moti tribuiti ad un » principio repellente, provengan solo dall'attrazione verso i corpi esterni, con» trariamente elettrizzati, per influsso, e non avendovene altri, verso l'aria » che sta ai lati ».

In questo ragionamento si manifesta una contraddizione, perchè in esso non si vuole negare la esistenza della elettrica repulsione, cioè che l'elettrico respinga se stesso; ma in pari tempo, non si vogliono spiegare anche con questa, gli

(61) Istituzioni fisico chimiche citate, p. 78, § 106.

allontanamenti fra loro dei corpi elettrizzati omologamente. Ciò vuol dire, che si esclude nella spiegazione di simili fatti una forza, che quantunque si ammetta, ciò nulla ostante non si vuole farla concorrere nella produzione di essi. Del resto non è vero, che tutti gli allontanamenti di cui parliamo, si possono spiegare colla sola attrazione dei corpi circostanti; poichè la sperienza da noi riportata (§ 15), offre un caso di allontanamento, senza che abbiavi attrazione veruna. E se pure tutti quei fatti, nei quali avvi allontanamento, si potessero spiegare per mezzo della sola influenza od attrazione sui corpi circostanti; già il seguire questa spiegazione, sarebbe quanto sopprimere una delle cause; che *realmente* contribuiscono a produrre l' indicato allontanamento. Qualunque fenomeno può sempre in più modi spiegarsi, ma uno solo fra questi modi è il vero; ed esso deve seguirsi esclusivamente, quando si conosca. Ora nel caso in proposito, noi conosciamo essere due le cause dell' indicato allontanamento, cioè la elettrica repulsione e la elettrica attrazione: queste cause, tranne qualche raro caso eccezionale, ambedue concorrono a produrre le divergenze, cioè gli allontanamenti fra loro, dei corpi elettrizzati omologamente; dunque ambedue si debbono far concorrere nella spiegazione dei fatti stessi, riguardando però sempre come causa principale la repulsione. Perciò sarebbe un tradire la verità naturale, far conto soltanto dell'attrazione, per ispiegare i fatti medesimi, trascurando la repulsione, di cui la esistenza reale, fu in più guise già dimostrata evidentemente.

§ 17.

Proponiamoci di riconoscere le cause tutte, che concorrono a produrre tanto la repulsione, quanto l'attrazione elettrica, fra due sfere; distinguendo il caso in cui queste sono *coibenti*, da quello in cui sono *conduttrici*: vedremo che l'analisi matematica, fino ad ora, non ha potuto prenderle completamente in considerazione.

Nei precedenti paragrafi 12 e 13, abbiamo dimostrato che l'azione, attrattiva o repulsiva, dell'elettrico fra due sfere, perfettamente *coibenti*, uniformemente caricate di elettricità, ed aventi qualunque raggio, si esercita come se questo agente stesse tutto accumulato nei loro centri. Però è da riflettere che in quest'analisi, alle sfere coibenti relativa, non è considerato l'effetto, sia della induzione curvilinea, sia della induzione specifica, variabile colla natura del coibente, pel quale deve traversare la elettrica influenza. Neppure si è tenuto conto

nell'analisi medesima, dell'altro effetto, prodotto dalla induzione delle sfere sui corpi collocati dietro le medesime; nè della induzione reciproca fra le sfere stesse, in quanto che questa decompone l'elettrico loro naturale, aumentando la carica omonima della inducente, e diminuendo quella eteronima. Ognuno poi vede che nella pratica, oltre gl' indicati effetti, avvi anche l'altro della non perfetta coibenza, dal quale anche dipende il risultamento, che dall'analisi matematica si ottiene.

Se le sfere fossero *conduttrici*, allora, oltre ai fatti che abbiamo indicati, se ne verificherebbe qualche altro, neppur esso fino ad ora consegnato al calcolo, come più distesamente ora vedremo. Per tanto, a voler far bene le ragioni, ricordiamo: 1.° che (§ 14) la influenza elettrica non traversa le masse conduttrici, ma bensì le coibenti; 2.° che gli elettrici omonimi, sieno positivi, sieno negativi, *realmente* si respingono (§ 12), ed il primo a negare questo fatto indubitato fu Kinnerley nel 1761; 3.° che oltre alla induzione diretta, cioè *rettilinea*, deve aver luogo anche la *curvilinea*; 4.° che la elettrica repulsione (§ 16), viene favorita eziandio dai corpi collocati dietro le sfere che si respingono; e che la elettrica attrazione, viene contrariata dalla influenza ricevuta dai corpi, collocati dietro le sfere che si attraggono; 5.° che le azioni elettriche *elementari* e *rettilinee*, agiscono in ragione inversa del quadrato della distanza, fra gli elementi elettrici equilibrati sulla superficie dei corpi; 6.° che ha luogo fra le due sfere caricate di elettrico una reciproca induzione, per la quale si accrescono le cariche omonime della inducente, mentre si diminuiscono l' eteronime della inducente stessa; 7.° che la influenza elettrica varia di energìa col variare del mezzo coibente da essa traversato; 8.° che la punta di un conduttore carico di elettricità possiede, analiticamente considerata, una elettrica tensione infinita, la quale per altro in pratica non può mai verificarsi (§ 4) (62); 9.° Che la elettricità quanto più induce, tanto più diminuisce la sua tensione; 10.° che il vuoto è il miglior coibente.

(62) Abbiamo detto (§ 4) che Poisson dimostra, essere infinita la tensione elettrica nel vertice di un cono. La dimostrazione di questa verità, viene appoggiata sulla legge della elettrica distribuzione in un ellissoide, considerando che coll' allungarsi dell' asse suo di rotazione, il vertice della medesima viene sempre più acuminato (Poisson mém. de l' Institut, 1811, pag. 6). Una dimostrazione diretta del fatto in proposito, fu data dall' illustre Bertrand (journal de mathématiques, par M.r Liouville, t. 4, p. 497), il quale considera propriamente un cono di base circolare, avente dimensioni tutte finite. Il ragionamento di questo geometra, si applica egualmente al caso in cui non sia circolare la base del cono, ma bensì di forma qualunque.

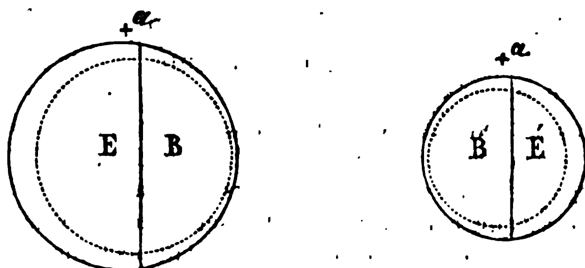
Riteniamo con Poisson (63) che l'elettrico, sopra un corpo conduttore, si distribuisce in uno strato estremamente sottile, il quale non penetra sensibilmente al disotto della superficie del corpo medesimo, avendo in ciascun punto una spessezza, che dipende dalla forma del corpo, cioè dalla curvatura della sua superficie. Lo strato medesimo è terminato esteriormente dalla superficie del corpo stesso; mentre al di sotto, cioè nell' interno, ha per termine un' altra superficie, pochissimo differente dalla prima, e tale di forma, da convenire all'equilibrio delle forze repulsive di tutte le molecole, da cu iquello strato risulta. Ciò richiede che la superficie libera (di livello) del fluido elettrico, vale a dire la sua superficie interna, sia perpendicolare in ogni punto alla risultante delle indicate forze. Però questa condizione dell'equilibrio di uno strato elettrico, è compresa nell'altra, cioè che lo strato medesimo, non eserciti azione veruna, sopra un punto qualunque, preso all' azzardo, nell' interno del corpo stesso.

Per maggior intelligenza, la interna superficie dello strato elettrico, distribuito sulle due sfere che s' influenzano reciprocamente, verrà da noi rappresentata da sfere punteggiate fig. (1ª, e 2ª), non concentriche rispetto le conduttrici, sulle quali la carica elettrica è distribuita; cosicchè l'accumulazione dell' elettrico stesso, verrà espressa dall' intervallo fra la sfera disegnata con linea continua, e l'altra disegnata con punti.

§ 18.

Premesso ciò, possiamo a considerare due sfere *conduttrici* di raggio qualunque, le quali per essere caricate di elettricità omonime, debbono respingersi *realmente*. L'elettrico di cui sono esse caricate, non si troverà distribuito uniformemente sulle medesime; ciò soltanto può supporsi nelle sfere *coibenti*. Quindi è che le calotte E, E' (fig. 1), opposte a quelle B, B', che nelle sfere medesime si riguardano, saranno cariche di elettrico assai più di queste, per

fig. 1.ª



(63) Mém. de l'Istit. Imp. de France, année 1811, pag. 3, lin. 5 — Belli, mem. della società italiana, t. 22, pag. 133.

effetto della repulsione che regna fra gli elettrici omonimi, e per la conducibilità delle sfere stesse. Inoltre siccome le azioni elettriche non traversano le masse conduttrici, così le cariche delle calotte E, E' non potranno respingersi per via rettilinea. Di più l'azione curvilinea della carica di una qualunque delle due calotte E, E' esterne, accrescerà l'allontanamento delle medesime tra loro, agendo sulla calotta interna B', ovvero B; ma lo diminuirà mentre agisce sulle calotte opposte esterne.

Riguardo alla repulsione rettilinea fra le calotte B, B', questa sarà molto minore di quella, che avrebbe luogo fra le calotte stesse, quando fossero coibenti; e ciò per due motivi, cioè per la diminuzione della massa elettrica sulle calotte conduttrici, e per l'aumento delle distanza fra gli elementi elettrici, che a motivo della conducibilità, e della repulsione, si sono portati dalle calotte, B, B' sulle altre E, E'.

Aggiungiamo che l'azione inducente, ricevuta dai corpi collocati dietro le due sfere, dovrà essa pure concorrere, in modo ben sensibile, a produrre l'indicato allontanamento. Da ultimo la influenza elettrica delle sfere l'una sull'altra, decomponendo l'elettrico neutrale delle medesime, deve aumentare le cariche omonime di esse; quindi concorrerà nell'accrescere la distanza fra le due sfere considerate. Però avendo riguardo alla *indotta* nelle callotte che si riguardano, cioè alla eteronima della inducente nelle medesime, avverà l'opposto per effetto delle attrazione fra queste; vale a dire la indotta, perchè attratta dalla inducente, concorrerà nel diminuire la distanza fra le due sfere.

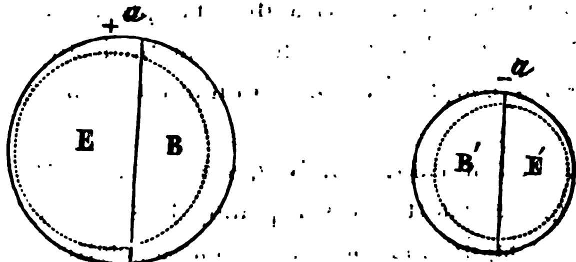
I fatti riferiti non possono tutti consegnarsi al calcolo; perciò si vede che l'analisi matematica, non comprende ognuna delle cause, dalle quali dipende il fenomeno della elettrica repulsione fra due sfere coibenti, e molto meno fra due sfere conduttrici. Di queste cause due soltanto, fra quelle appartenenti alle sfere conduttrici, non sono comuni alle sfere *coibenti*; cioè la distribuzione difforme dell'elettrico, e l'impedimento al passaggio della induzione per le masse conduttrici. Qualche autore ha considerato la prima soltanto di queste cause (*), ma niuno la seconda, e neppure le altre, che alle due specie di sfere sono comuni.

§ 19.

Supponghasi ora che le due sfere sieno caricate di elettricità eteronime,

(*) Elementary principles of the theories of Electricity, ecc. By the R. Murphy, pag. 100. Cambridge, 1833.

dovranno esse attrarsi vicendevolmente; quindi le calotte E, E' (fig. 2), saranno



cariche meno assai delle altre B, B', per effetto dell'attrazione che regna fra gli elettrici eteronimi; e siccome le azioni elettriche non traversano le masse conduttrici, così le cariche delle calotte E, E' non si attrarranno per linea retta. Riguardo però all'attrazione *rettilinea* fra le calotte B, B', questa sarà molto maggiore, di quella che avrebbe luogo fra le calotte stesse, quando fossero coibenti, e ciò per due ragioni; cioè per l'aumento della massa elettrica sulle calotte stesse B, B' interne, e per la diminuzione delle distanze fra gli elementi elettrici, che, a motivo della conducibilità, si sono portate dalle calotte E, E' esterne, sulle altre B, B' interne. L'azione poi curvilinea reciproca delle calotte B, B' interne, accrescerà l'avvicinamento delle medesime fra loro, ma diminuirà l'avvicinamento indicato, agendo sulle calotte esterne E, E'. Inoltre l'azione inducente, subita dai corpi collocati dietro le due sfere, dovrà diminuire l'avvicinamento fra esse. In fine la influenza reciproca delle due sfere, decomponendo l'elettrico neutrale di ognuna, dovrà diminuire le cariche loro eteronime; quindi per questo fatto diminuerà l'avvicinamento indicato. Però avendo riguardo alla indotta, cioè alla eteronima della inducente, avverà l'opposto per effetto dell'attrazione fra queste, cioè la indotta concorrerà nell'accrescere l'avvicinamento fra le due sfere, perchè attratta dalla inducente.

Questi fatti non possono tutti essere abbracciati dal calcolo; perciò l'analisi matematica non può rigorosamente assegnare l'attrazione fra due sfere *coibenti*, e molto meno fra due sfere *conduttrici*, caricate di elettricità omonime, od eteronime tra loro. Ed in quanto alle sfere *coibenti* ripetiamo, che tutte le cause, le quali concorrono a produrre azioni elettriche fra due sfere conduttrici elettrizzate, concorrono eziandio per lo stesso effetto fra due sfere coibenti, tranne la distribuzione non uniforme dell'elettrico, e l'impedimento al passaggio della induzione per le masse conduttrici.

Abbiamo detto sul fine del § 12, che Coulomb ha sperimentalmente verificato la formola (1), però questa verifica si fece soltanto per le sfere conduttrici, e non per le coibenti. E siccome queste ammettono la distribuzione uniforme dell'elettrico sovra esse, lo che non ha luogo per le conduttrici,

così le azioni elettriche, fra sfere coibenti, sono più di quelle fra le sfere conduttrici conformi al calcolo, istituito per ottenere la formula stessa. Quindi potrà in *primo* luogo concludersi, che la (1) fu sperimentalmente dimostrata vera eziandio per le sfere coibenti. In *secondo* luogo, siccome oltre le cause consegnate al calcolo, per ottenere la (1), ve ne sono altre, che concorrono tutte, più o meno, a produrre le azioni fra due sfere caricate di elettricità, come in questi ultimi due paragrafi dimostrammo; così dobbiamo eziandio concludere, che, per essersi la (1) verificata sperimentalmente, senza che il calcolo abbia preso a considerare le cause medesime, può l'effetto loro complessivo considerarsi, o trascurabile nella pratica, ovvero concorrente a produrre il risultamento della stessa (1). Però in quanto alla esistenza delle cause medesime, questa è indubitatamente vera, e da ciò dobbiamo riconoscere la somma difficoltà, che deve accompagnare le sperienze, dirette a riconoscere la elementare legge, cui la forza elettrica, sia di attrazione, sia di repulsione, obbedisce. Quindi non deve maravigliare che molti fisici non abbiano, sperimentando, raggiunto la stessa legge, comunemente oggi ricevuta, quale fu trovata da Coulomb, cioè la ragione inversa del quadrato della distanza.

§. 20.

Il sig. Perrot dette un riassunto (64) degli esperimenti sull'azione elettrica dei corpi conduttori, posti dentro un liquido coibente. Questo fisico immerse nell' olio di colza una sfera, che congiunse colla macchina elettrica, ed alla quale sfera presentò una punta comunicante col suolo: i fenomeni osservati furono i seguenti:

« 1.° Il cono attira vivamente il liquido circostante ».

« 2.° Il liquido attirato scorre lungo il cono, con una velocità accele-
» rata fino alla punta ».

« 3.° A partire dalla punta, la corrente liquida allargandosi, dirigesi verso
» la sfera, con una velocità decrescente, fino ad incontrare la corrente liquida
» di origine simile, emanata in senso contrario dalla sfera ».

« 4.° Sembra che nell' incontro loro, le due correnti liquide inverse si
» neutralizzino; esse fermansi, e deviano lateralmente. Durante questi feno-
» meni, la macchina elettrica si scarica ».

(64) Comptes Rendus, tom. 60, pag. 450.

Dal primo dei riferiti fatti sperimentali, potrebbe taluno concludere, che la elettricità indotta nel cono, possegga tensione; ciò per altro non è vero, poichè la spiegazione del fatto medesimo, è come siegue. La sfera, che supponiamo elettrizzata positivamente, induce sulle particelle del liquido, e la positiva *libera* di queste induce sul cono, *vincolando* in esso una certa quantità di elettrico negativo *indotto*. Ma la indotta e la inducente si attraggono a vicenda; perciò si vede come le particelle del liquido vengano attratte dal cono, cioè dalla elettricità sul medesimo indotta dal liquido circostante.

La ragione ora esposta non è l'unica, che determina il liquido ad avvicinarsi al cono: infatti apparisce ad evidenza, che una volta cominciato il moto, le particelle trascinate dalla corrente, che parte dal cono, debbono essere surrogate per altre; poichè nel caso contrario si produrrebbe un vuoto. Quindi è chiaro, che il liquido prima deve avvicinarsi al cono, e dopo allontanasi da esso.

L'autore poi dice (65) « che queste osservazioni provano, avvenire la pro-» pagazione dell'elettrico nei liquidi coibenti, soltanto per trasporto » però tale asserzione si trova essere troppo esclusiva; e l'autore non ha provato, che la conducibilità propriamente del liquido era del tutto nulla.

Esso modificò poscia la sperienza « introducendo nel liquido, fra il cono e la sfera, » un disco non conduttore di vetro, e vide che cessò la elettrica corrente (66) ». Da tale sperienza però non possiamo concludere, che la comunicazione dell'elettrico, per conduzione vera, non aveva luogo nel liquido, prima che si introducesse il disco coibente di vetro; poichè questo è stato forse un coibente molto meno imperfetto del liquido stesso. Inoltre l'autore avrebbe dovuto provare, che la punta non perdeva niente nel caso del disco di vetro, lo che sembra non aver egli fatto; perciò non è dimostrato che, nei liquidi coibenti adoperati dall'autore, l'elettrico si propaga solo per trasporto.

Egli fa in seguito alcune considerazioni, colle quali vuole provare, che » la repulsione dell'elettrico per sè stesso non esiste ». Sebbene la impossibilità di questo principio, fu antecedentemente dimostrata, non possiamo tuttavia dispensarci dal rispondere al paragone fatto dall'autore, fra un corpo elettrizzato, ed un aereostato, il quale si allontana dalla terra, sebbene la gravità si eserciti

(65) Luogo citato, linea 12 salendo.
(66) Idem, pag. 451., lin. 8.

sopra ogni corpo : « un aérostat s' éloigne du sol , et cependant il n' en » est pas repoussé ; au contraire il en est attiré. On sait que l' aérostat » s'éloigne du sol, parce qu' il en est moins attiré qu'un égal volume d'air » ambiant. Voilà donc une répulsion apparente, qui n'a d'autre cause que la » différence de deux attractions (67) ».

Non possiamo ammettere quest' ultimo passo dell' autore, in quanto egli dice che nel caso in proposito, viene una repulsione prodotta da due attrazioni. L'ugual volume di aria, di cui parla l'autore, non occupa lo spazio medesimo nel quale si trova l'aereostato, e per dire meglio, tale volume di aria non esiste ; perciò neppure il volume stesso può ricevere un' attrazione dalla terra. La spinta idrostatica viene prodotta dalla differenza delle due pressioni, esercitate dall' aria sulle due basi, una inferiore l' altra superiore dell' aereostato salente. Il fatto che l' analitico valore di questa differenza, corrisponde al peso di un uguale volume di aria, non si può confondere coll'altro, che questo volume di aria venga attratto dalla terra; poichè il detto volume di aria non esiste, come già dicemmo. Fisicamente parlando, nel caso dell'aereostato trattasi adunque, per necessità di tre forze; cioè del peso dell' aereostato, e di due pressioni dell' ambiente, sulle due basi una inferiore, l' altra superiore di esso che ascende. Perciò bene riflettendo a queste ragioni, si vede chiaro che tale salita, non è affatto paragonabile colla repulsione ; perchè quello sale per una quantità di moto impressogli dall'ambiente; cioè sale per *una* forza *estrinseca*, mentre l'elettrico si allontana dall'omonimo con una reciprocanza, esercitata da *due* forze *intrinseche*, e fra loro contrarie.

Inoltre asserisce l'autore (68) che « I fenomeni di attrazione e repulsione, » sono ancora più complessi di quelli, che presenta l'ascensione di un aereo» stato. In fatti oggi sappiamo, che lo stato elettrico di un corpo, non è » come lo supposero Coulomb, Laplace, e Poisson, uno stato assoluto, ma sol» tanto relativo ; che un corpo non manifesta alcuna elettricità, se un altro » corpo in presenza non si elettrizza di una maniera eguale e contraria. In» fatti a quale forza obbedisce la corrente liquida elettrizzata, quando essa » muovesi lungo la superficie del cono, andando verso la punta ? »

Riconosciamo vero che i fenomeni di attrazione e repulsione elettrica,

(67) Luogo cit., pag. 451, lin. 11 salendo.
(68) Luogo citato, pag. 452, lin. 1.

sono più complicati di quelli dell' ascensione di un aereostato ; però quanto a ciò, che secondo l'autore, si riferisce a Coulomb, a Laplace, ed a Poisson, confessiamo che questo brano, non ha per noi quella chiarezza desiderabile, per poterlo analizzare. Da ultimo alla domanda finale dell' autore, deve rispondersi : che siccome la indotta non possiede tensione, così la corrente in proposito, viene in questo caso principalmente cagionata da una attrazione, ed anche, ma in minor quantità, da una repulsione ; cioè principalmente dall'attrazione fra le particelle di liquido inducenti, ed il cono da esse indotto, le quali venute in contatto col medesimo, vi perdono la omologa della inducente, quindi vengono anche attratte dalla sfera, inducente anch'essa. La repulsione poi dell' elettrico per se medesimo, favorisce in piccola parte quella corrente, finchè le particelle di liquido sieno giunte a contatto dal cono. Laonde conveniamo in questo coll'autore, cioè che la punta non ha in tale caso un potere emissivo ; ma perchè il cono comunica col suolo, possiede soltanto elettricità indotta, cioè potere attrattivo per la elettricità che induce.

§. 21.

Continua l'autore dicendo : « Nella sua celebre memoria del 1811, am-
» misse Poisson, secondo le opinioni ricevute, una forza repulsiva elettrica, ed
» attribuendola egli all' azione di uno strato di fluido elettrico, esistente
» alla superficie di tutti i corpi elettrizzati, prova che tale forza, mentre
» agisce secondo la normale, è inversamente proporzionale al quadrato di que-
» sta, e che l'azione sua tangenziale risulta nulla. Ma la sperienza del cono
» mostra, che la corrente liquida elettrizzata, in luogo di muoversi secondo
» la normale, ove la forza repulsiva dev' essere un massimo, procede in
» una direzione tangenziale al cono, direzione in cui la forza repulsiva è teo-
» ricamente nulla (69) ».

Innanzi tutto riflettiamo, che il primo passo di questo brano, è inesatto, facendo esso credere, che la forza repulsiva elettrica sia proporzionale inversamente alla normale geometrica ; mentre secondo Poisson (70), la repulsione stessa, è direttamente proporzionale al quadrato di quel tratto della indicata normale, compreso fra le due superficie, che limitano l' elettrico

(69) Ibidem, pag. 452, lin. 13.
(70) Mémoire de l' institut imperial, année 1811, pag. 6, lin. 8.

strato, e che costituisce la ertezza sua : concetto della elettrica repulsione, diverso del tutto da quello che il sig. Perrot attribuisce a Poisson.

Il vedere che si stabilisce una corrente di liquido lungo le apoteme del cono, non esclude generalmente la esistenza della elettrica repulsione, la quale ha sempre luogo, quando si tratta di elettricità *libera*; ma la esclude in questo caso particolare, in cui, per le disposizioni della sperienza, il cono è caricato di elettricità *indotta*, che perciò non possiede tensione.

Riflettiamo eziandio, che la corrente lungo le apoteme del cono, anche supponendo questo caricato di elettricità *libera*, non sarebbe punto un argomento contro la teorica di Poisson; in quanto che da questa viene stabilito, dovere la repulsione del cono, in ciascun suo punto, essere normale alla sua superficie, non già tangenziale ad essa. Infatti è chiaro che le particelle di liquido contigue al cono, verrebbero elettrizzate per contatto da esso, e se non vi fossero l'altre forze, le particelle si dovrebbero di fatto allontanare normalmente dalla superficie del cono stesso. Ma il liquido esercita sul cono un' azione per due diversi motivi: ed in *primo* luogo avvi una repulsione fra cono e liquido, in *secondo* luogo avvi la pressione idrostatica del liquido medesimo, proveniente dal suo peso, e da quello dell'atmosfera; questa pressione o forza, è anch'essa in ciascun punto perpendicolare alla superficie del cono. Ogni particella di liquido subisce adunque due azioni contrarie; ma siccome al vertice del cono ha luogo la maggior forza di elettrica repulsione, così le molecole si allontaneranno dal vertice del cono stesso, più facilmente che dagli altri suoi punti, e si stabilisce una corrente nella direzione del suo prolungato asse. Le molecole di liquido partite dalla punta, debbono essere surrogate per altre ; quindi si deve stabilire una corrente, che trasporta nuove molecole nel vertice del cono. Ma la direzione di questa corrente, deve necessariamente coincidere colla direzione dell' apotema del cono ; poichè allora la corrente totale, come richieggono le idrauliche leggi, cangia il meno possibile direzione. Le correnti liquide adunque, che si stabiliscono nel caso in proposito,cioè nella fatta ipotesi che il cono sia caricato di elettricità *libera*, neppure possono dare la direzione della forza repulsiva elettrica, fuorchè nel vertice dal cono stesso.

Ciò similmente ha luogo nella termostatica : in fatti possiede il calorico una forza repellente; per conseguenza in un tubo, posto quasi orizzontale, pieno di acqua, e riscaldato nell' estremo inferiore, l'acqua stessa tende ad allontanarsi dalla calorifica sorgente. Ma congiungendo ciascun estremo del tubo con un'altro, e formando così un termosifone , allora l' acqua conce-

pisce un movimento, a quello contrario, che il calorico prima determinava nel solo tubo quasi orizzontale. Questa notissima sperienza, che si spiega facilmente colla diminuita densità dell' acqua, fa vedere come nel secondo caso, la corrente idraulica vince quell' azione del calorico, la quale nel primo determinava una correnta opposta, deviata cioè di 180° rispetto quella del termosifone. Similmente avviene riguardo al cono elettrizzato: in questo però la deviazione della corrente idraulica, procedente lungo le apoteme del cono, è soltanto di 90°; cioè metà di quella deviazione, che ha luogo nella indicata sperienza del tubo.

L' autore (71) finisce questa sua memoria con tre conclusioni: nella prima e terza egli afferma « che la elettricità non respinge se stessa, e che i » fenomeni elettrici, tanto di attrazione, quanto di repulsione, tutti possono » spiegarsi per la sola scambievole attrazione dei corpi elettrizzati differentemen» te ». Crediamo, che la falsità di queste dottrine, sia sufficientemente provata dai nostri precedenti argomenti. Nella seconda il medesimo afferma « essere la » corrente liquida, che parte dal cono, attirata unicamente dalla sfera, e dalla » corrente che parte da essa ». Questa unica attrazione senza repulsione di sorta, presenta un argomento nuovo per concludere, che la elettricità indotta non possiede tensione; altramente la corrente liquida partirebbe dal cono, respinta dalla elettricità indotta nel cono stesso; poichè questa, e la indotta nelle molecole liquide, le quali partono dal cono, sono elettricità della medesima natura.

§ 22.

Lo stesso autore, in un sua memoria più recente (72), vuole dimostrare colla sperienza, che un corpo allora soltanto può ricevere carica elettrica, quando non è isolato; ed ecco le sue parole (73).

» Èlectrisation, avec ou sans courant des corps *isolés*, voilà quels saraient » dans la théorie admise, les principaux caractères distintifs de l'électricité » statique. Les expériences qui suivent, me paraissent démontrer que ces » caractères, n'ont pas d'existence réelle; qu' il est aussi impossible de charger » un corps *isolé* d'électricité statique, que d'électricité dynamique; qu' enfin » l' une et l' autre de ce deux électricités, ne se trasmettent qu' à l' aide de

---

(71) Ibidem, p. 152, li 9 salendo.
(72) Comptes Rendus, tom. 62, pag. 232.
(73) Idem, pag. 232, linea 9 salendo.

» courants et seulement aux corps faisant partie du circuit interpolaire. Ces » électrisations des corps seraient dues à leur défaut d' isolement. Elle seraient » dans mon opinion le résultat de l'excessive tension de l'électricité statique, » qui à l' insu de l'expérimentateur, établirait une communication électrique » au travers de l'air ambient, entre les corps posés sur des supports isolants ».

Da queste asserzioni del sig. Perrot discende: 1.° che un corpo allora soltanto può ricevere una carica elettrica, quando non è isolato; mentre finora tutti i fisici hanno ammesso l'opposto, cioè che soltanto in un corpo bene isolato, può la elettricità equilibrarsi: 2.° che tanto l' elettricità statica, quanto la dinamica si trasmettono solo per corrente, ed ai corpi che fanno parte del preteso circuito interpolare. Riguardo a questa seconda opinione riflettiamo, che niuno negherà essere ogni elettrizzazione, l'effetto di una corrente; poichè nella elettrizzazione, la elettricità deve da uno passare sull'altro corpo, e questo passaggio chiamasi corrente. Si deve però distinguere la corrente detta *istantanea*, od anche di breve durata, dalla corrente detta *continua* : caricando un corpo di elettricità statica, per contatto con un altro elettrizzato, si produce, per questa elettrizzazione, una istantanea corrente. In simile guisa, mettendo il polo di una pila in comunizione con un conduttore isolato, per es. con un piano di prova, questo si elettrizza per mezzo di una corrente istantanea pur essa. Dopo caricato il conduttore, isolato la corrente cessa; e la sperienza di Wheatstone (74), con un canapo elettrico sottomarino di grande lunghezza, prova questo fatto, per mezzo del galvanometro, col quale anche si misura il tempo della stessa corrente di breve durata. Mettendo invece una sorgente di elettricità, come sarebbe la macchina elettrica, in comunicazione con un corpo, il quale si vuole mantenere ad una tensione costante; allora, perchè avvi dispersione, passerà una corrente continua per tutto il sistema. Secondo l'autore, i corpi che si vogliono elettrizzare debbono fare parte del circuito *interpolare*; ma riflettiamo, che tale asserto è del tutto inesatto, come viene provato dalle indicate sperienze del nominato fisico inglese; poichè nella citata sperienza, il conduttore che si elettrizzò, era isolato; quindi era impossibile un circuito, cioè, come si esprime l' autore, una corrente interpolare.

Egli descrive poi certi sperimenti a sostegno de' suoi asserti, empiendo un vaso isolante con olio di colza, sostanza coibente, ed immergendo in que-

(74) Ann. de chim. et de phy, 3.° série, t. 41, p. 123, t. 46, p. 121.

sto una sfera metallica, comunicante con una macchina elettrica. Nell'olio memedesimo erano sospese delle particelle di foglie d'argento; e così con facilità si potevano riconoscere le correnti liquide, che si formavano nell'olio, per effetto della elettricità: ecco in qual modo egli si esprime.

» *Premiere expérience* (75) Je me suis assuré de la grande sensibilité électrique du liquide, en constatant qu'une charge de 1 degré environ, indiquée » par un électroscope à cadran très-sensible, suffisait pour occasionner des cou» rants rapides près de la pointe non isolée, que je présentais dans l' huile » à distance de la sphère immergée.

» *Deuxième experience.* – Après avoir enlevé la point d'essai, j'ai éle» ctrisé le conducteur à 72 degrés, tension correspondante à une charge » environ cent cinquante fois plus considérable, que celle de 1 degré, et ce» pendant la sphère immergée, quoique communiquant au conducteur électrisé, » ne m'a paru manifester ni attraction ni répulsion sur le parcelles d'argent » environnantes. Elle ne s'est pas électrisée ».

Confrontiamo l'una coll'altra queste due sperienze: la prima fa vedere come la elettricità della sfera metallica, viene comunicata pel trasporto delle particelle di olio alla punta. Questo trasporto deve riguardarsi come un effetto, sia della repulsione, sia dell'attrazione elettrica, prodotta dalla influenza. Fra la sfera e la punta si verifica una induzione forte, la quale viene favorita dalla forma puntaguta, e ancora molto più dall'essere la medesima posta in comunicazione sul suolo. Quindi si deve concludere, che l'elettrico è maggiormente accumulato sulla parte della sfera, più prossima alla punta. Da ciò segue che l'autore prende abbaglio quando crede, che la tensione della sfera immersa e inducente, possa rappresentarsi dalla indicazione elettrometrica, che questa dava, prima della induzione fra essa e la punta.

Nella seconda sperienza, ove manca la punta, non si mostra veruna corrente, perchè non ha luogo alcuna induzione più forte da una parte, che da un' altra, e perchè tanto il vaso quanto l'olio sono coibenti. Vero è che anche qui si elettrizzano per comunicazione le particelle di olio in contatto colla sfera; però esse non vengono attratte per mancanza dalla punta non isolata: quindi è che la tendenza loro a produrre corrente, dev' essere, in parità di circostanze, molto minore di quella del caso precedente.

La differenza fra le due sperienze ora riportate, trova fino ad un certo

(75) Comptes Rendus. t. 62 p. 233, lin 17 salendo.

punto, l' analogo nell' azione della boccia di Leida. Dando a questa una determinata carica, più tosto piccola, già la scossa è molto sensibile; mentre scaricando un semplice conduttore, che possiede la medesima carica, la scossa è minore assai. Riflettiamo inoltre sopra la seconda sperienza quanto segue:

1.° Chiaramente si rileva, che la completa simmetria, la quale ha lungo in quest seconda, non è favorevole alla corrente; poichè a surrogare le particelle di olio trasportate dalla corrente, se ne dovrebbe produrre un' altra in senso contrario, la quale distruggerebbe la primitiva. Ciò non s' incontra nella prima sperienza, in cui la repulsione è soltanto forte nella parte della sfera più prossima alla punta, mentre le altre parti della sfera medesima posseggono una tensione molto minore; quindi si vede come questa dissimmetria, faciliti la produzione della controcorrente.

2.° Nella prima sperienza le particelle di olio, vanno a scaricarsi nel contatto colla punta, mentre nella seconda rimangono elettrizzate. Quindi accade che l'elettrico si propaga in principio per poco nell' olio, ma questa propagazione deve presto cessare; poichè una volta elettrizzato l'olio, l'elettricità della sfera perde ogni tendenza, o facoltà per passare in esso.

3.° Deve qui osservarsi, che il volume dell'olio di colza, non è indifferente alla sperienza; in un piccolo vaso, la dispersione sarà sempre molto minore, che in uno grande; poichè le pareti molto avvicinate, impediscono il moto libero del liquido in esse contenuto. Similmente una punta disperde assai meno, quando viene coperta da una campana isolante. Certo è che la viscosità dell' olio, deve opporsi alla produzione delle correnti; ed ancora è certo, che i fenomeni osservati, non dipendono dalla sola *coibenza* dell' olio di colza; poichè nell' aria secca, e perciò *coibente* anch'essa, i medesimi sono molto differenti, appunto perchè a questa la viscosità manca. Si vede quindi come l'autore ha torto, nell'appoggiarsi esclusivamente alla coibenza dell'olio di colza, per le sue pretese conclusioni.

Da quanto precede risulta chiaro, che facilmente i fatti delle due sperienze riportate dall' autore, si possono spiegare assai bene, colle solite dottrine della elettricità già riconosciute. Non conveniamo col medesimo quando egli dice « che la sfera immersa nell' olio di colza non si elet- » trizzò » egli non prova quest' asserzione con una sperienza, e dice soltanto che la sfera *non pareva* manifestare nè attrazione nè repulsione: ma ciò non basta, ed è necessario provare direttamente la pretesa mancanza di carica elettrica. È facile assicurarsi di ciò, togliendo la comunicazione fra la

sfera ed il conduttore della macchina elettrica; quindi senza che la sfera venga estratta dall'olio, ricercare con un elettrometro, se la medesima fu o no elettrizzata. Ho eseguito questa ricerca nell'olio comune, ma ho trovato che una carica elettrica era sempre posseduta dalla sfera, risultamento di cui niuno poteva dubitare.

Dalle riferite due sperienze conclude l'autore: « Il me semble résulter » de là (76) : 1.° que loin d'être électrisé à distance par influence, comme » on l'admet, un corps bien isolé, ne peut pas même recevoir l'électricité » par contact: 2.° qu'un des pôles de la machine électrique, ne peut être » électrisé s' il est isolé: 3.° enfin, que les pointes collectrices des con» ducteurs isolés des corps voisins par le plateau de verre électrisé positi» vement de la machine, se trovant dans le cas de la sphère immergée, ne » peuvent se charger de l'électricité positive du conducteur et par conséquent » la dissiper ».

Anche queste tre conclusioni si appoggiano sul fatto, interpetrato male dall'autore, cioè che la sfera immensa non dava segni, nè di attrazione nè di ripulsione; dalla quale sperienza egli erroneamente concluse, che la sfera medesima non possedeva carica elettrica, come già fu indicato. Ammesso però che la sfera si elettrizzi, lo che di fatto accade, le tre indicate conclusioni non possono più aver luogo.

§. 23.

L'autore fece altre sperienze, le quali ora passiamo ad analizzare.

Troisième sperience (77): A l'aide d'un fil de soie isolant, ayant sou» levé hors le bain d' huile la sphere immergée, maintenue en contact avec le » conducteur, je l'ai trouvée fortement électrisée; elle attirait vivement et fou» drayait les corps non isolés qu'on lui présentait; mais plongée de nouveau » dans le liquide, elle n' exerçait aucun action sur les parcelles métalliques » environnantes. Il suffit donc d' isoler un corps électrisé pour lui faire perdre » ses propriétés électriques ».

Questa sperienza non ci presenta niente di nuovo; la sfera si mostrò elettrizzata nell'aria, però non si deve credere, che ciò accadesse per essere non più

(76) Ibidem pag. 233, li. 6 salendo.

(77) Ibidem, pag. 234, li 2.

immersa nell' olio. Imperocchè , come già fu detto , essa elettrizzasi anche nell' olio , quando questo è un sufficiente isolante. Supponendo anche per un momento, essere vero, che la sfera non si elettrizza quando è immersa nell'olio, ma che si elettrizza soltanto nell'aria; come è poi possibile, che la coibenza sia causa della non elettrizzazione, mentre olio ed aria sono ambedue coibenti ? Si vede quindi che l' autore, coll' insieme delle sue sperienze, ammettendo la elettrizzazione nell' aria , prova l'opposto di ciò che voleva dimostrare.

Quatrième expérience.(78) « J' ai ensuite plongé dans l'huile, comme dans » la prèmiere expérience, une pointe métallique non isolée. Tout aussitôt des » courants opposés, et dirigés l'un vers l'autre, sont partis de la sphère et » de la pointe ».

Questa sperienza non si distingue nelle sue disposizioni, e nei suoi risultamenti dalla prima, salvo che in questa, la carica della sfera è minore; quindi non conviene discuterla una seconda volta : però non possiamo dispensarci dal riferire le seguenti conclusioni, che dalla medesima sperienza l'autore deduce (79).

« 1.° Che se i fluidi coibenti non trasmettono la elettricità per conduzione, » la comunicano essi per trasporto, vale a dire trasportando le une verso le » altre le molecole elettrizzate differentemente, mediante i corpi che fanno parte » del circuito ».

« 2.° Che due corpi molto distanti fra loro, ed elettrizzati contrariamente » stabiliscono fra essi nell' aria , sempre un poco umida , e per lo meno » mille volte più mobile che l'olio viscoso , delle correnti elettrizzate , che » rendono impossibile l' isolamento dei corpi stessi ».

« 3.° Che le correnti liquide, ci offrono un esempio di trasformazione della » elettricità in forza motrice ».

Riflettiamo riguardo alla prima di queste tre conclusioni, non essere vero,che i fluidi detti coibenti, trasmettono la elettricità pel solo trasporto: esistono sempre due modi pel passaggio della elettricità nei fluidi stessi, cioè trasporto e conduzione; però la viscosità può assai modificare i loro effetti.Così Matteucci nega, percariche deboli nell'aria,il trasporto,ed attribuisce tutto alla conduzione propriamente detta (80), quindi si vede che Perrot e Matteucci sono del tutto in con-

(78) Ibidem, li. 11.

(79) Ibidem, p. 234, li. 15.

(80) Becquerel, Traité d'électricité et de magnétisme, tom. I. Paris 1855, p. 48.

traria sentenza fra loro, per quello riguarda tanto la conduzione, quanto il trasporto dell'elettrico nei fluidi stessi.

Riguardo alla seconda conclusione, non vogliamo contestare la esistenza della corrente di cui parla l'autore; neghiamo però affatto, che tale corrente sia necessaria per elettrizzare la sfera. Quando l'aria non fosse mobile, allora la sfera si elettrizzerebbe più forte, come viene provato con una sfera racchiusa in un recipiente di vetro, la quale conserva la sua elettricità per molto tempo. La elettrizzazione di una sfera immersa nell'aria, viene attribuita dall'autore a quel poco vapore acquoso nell'aria stessa contenuto; ma domandiamo: come si spiegano poi le sperienze riportate antecedentemente (81), per esempio quelle di Erman e di Davy, nelle quali si elettrizzano i pendolini, quantunque si trovino nel vuoto torricelliano, dal quale fu tolta ogni traccia di umidità? In somma quei fisici, che fin'ora sperimentarono sopra l'argomento in proposito, arrivarono ad un risultamento contrario del tutto a quello dell'autore.

È del resto vera la terza conclusione; ma non è nuova; poichè Franklin costrusse una piccola ruota, mossa dal venticello elettrico, lo che prova la indicata trasformazione, in un modo molto più evidente, di quello riferito dall'autore. Veniamo adesso alla sperienza *quinta*, che viene descritta come segue:

« A l'aide d'un fil isolant, j'ai suspendu et immergé dans l'huile, près » de la première sphère, une seconde sphère metallique legère, afin de voir » si elle serait électrisée par influence. Ayant de nouveau électrisé le con» ducteur jusqu'à 72 degrés, je n'ai remarqué aucune polarisation ou action » électrique, ni entre les deux sphères, ni entre elles et les parcelles d'argent; » tout est encore resté en repos; aucune électrisation par influence ne s'est » manifestée. Ici donc encore, l'électricité statique se comporte comme l'éle» ctricité de la pile (82) ».

Se la seconda sfera, isolata ed immersa nell'olio, non venne attratta dalla sfera grande; ciò deve attribuirsi o alla viscosità, o alla conducibilità dell'olio. L'autore, dalla mancanza di moto della seconda sfera, conclude senza altro, che questa non era indotta; ma chiaro apparisce che ciò non è il più conveniente modo, per fare questa deduzione: invece il piano di prova sarebbe stato molto più sicuro, per decidere il fatto stesso. L'autore poi non è abbastanza preciso in queste indicazioni; così non riferisce se la distanza

---

(81) Vedi §. 10.

(82) Luogo citato, p. 234. li

fra le due sfere, e se la carica della prima, erano tali, che nell'aria si sarebbe di fatto manifestata qualche attrazione fra esse. Riflettiamo inoltre che nell'aria un corpo isolato, viene soltanto debolmente attratto, non già perchè l'induzione non elettrizzi, ma perchè la omologa della inducente non può dissiparsi. Ho voluto ripetere questa sperienza, ed avendo prima fatta comunicare col suolo, mediante un filo metallico, la sfera indotta, la estrassi poscia, per mezzo di un filo di seta, dall' olio, portandola in contatto col bottone di un elettroscopio a pile secche, e trovai che la sfera medesima ricevuto aveva la induzione, contro quanto asserisce l'autore.

Sixième expérience. Dice l'A. « J'ai immergé au de là de la sphère suspen-
» due, une sphère non isolée; immediatement après la mise en action de la ma-
» chine, la sphère immergée, la sphère suspendue et la sphère présentée,
» ont manifesté leur état électrique par des courants liquides, partant des
» pôles de chaque sphère vers la sphère voisine (83) ».

La riferita sperienza non si distingue in sostanza dalla prima, e dalla quarta; ed avvi soltanto questa differenza, che la induzione della prima sfera sull'ultima, non si esercita immediatamente, ma bensì per mezzo della seconda, e tale diversità, per quanto spetta al modo di spiegare l'effetto finale, si riconosce indifferente: quindi non ci tratterremo in tale spiegazione.

Septième expérience. (84)« Après avoir adapté un manche isolant au milieu
» d'un fil metallique pointu à chaque extrémité, j'ai présenté une de ces points
» à la sphère suspende, l'autre points étant dirigée dans l'air: les phénomènes
» de l'expérience précedente se sont reproduits, mais avec moins d' intensité ».

Questa sperienza benissimo si accorda, colla spiegazione da noi data per le precedenti. Essa distinguesi dalla sperienza sesta, soltanto in ciò, che il terzo corpo non si scarica più con tanta facilità, come in quella; poichè nella sesta il terzo corpo comunicava col suolo, mentre nella presente manca tale comunicazione, per cui la dispersione dell'elettrico, avviene debolmente per l'estremo acuminato posto nell' aria. Da tutto ciò si vede perchè si riprodussero nella settima sperienza i fenomeni della sesta, ma con intensità minore.

L' autore continua dicendo: « Cette expérience me parait offrir la
» preuve, qu'entre les corps voisins, chargés de l' électricité négative, dé-
» veloppée par la machine et la pointe dirigée dans l'air, il naît des cou-

---

(83) Ibidem, p. 234, li. 6 salendo.
(84) Ibidem, p. 234, li. ultima.

» rants semblables à ceux du liquide, courants à l'aide desquels s'établit le » circuit interpolaire indispensable à l'électrisation ».

E di fatti non si vede ragione, perchè in questo caso, i gas ed i liquidi, ambedue coibenti, si debbano comportare differentemente; poichè, atteso la mobilità delle loro molecole, permettono alla elettricità il passaggio in due modi, cioè per vera conduzione, e per trasporto. Ma la esistenza di queste correnti nell'aria, già da molto tempo era conosciuta; quindi si doveva prevedere, che queste correnti, anche nei liquidi sopra indicati si sarebbero avute. Ricordiamo qui ancora, che l'autore si serve sempre della espressione *circuito interpolare*, la quale viene da esso dichiarata in principio di questa sua memoria. Però la espressione medesima, per quello che abbiamo dismostrato, si applica giustamente nello sviluppo elettrodinamico, ma non sempre in quello elettrostatico; giacchè sebbene in questo si debbano ammettere correnti elettriche, dette, o di breve durata, od istantanee; tuttavia non sono sempre interpolari, nel senso dell' autore, cioè che ternino in loro stesse.

§. 24.

In una mia memoria, che indicherò con (V), intitolata: *Ricerche analitiche sul bifilare*, ecc. (85), sviluppai la teorica di questo istrumento, prendendo anche ad esame le diverse disposizioni, che al medesimo nella pratica si danno. Fra queste si comprendeva eziandio l' elettrometro bifilare del chiarissimo sig. prof. Palmieri, pubblicato in una sua memoria, che indicheremo con (P′), intitolata: *Nuovo elettrometro bifilare* (86). Nella (V) esposi come alcune formule, che nella (P′) si riferiscono alla relazione fra i due archi, uno *impulsivo* β, l'altro *definitivo* α in questo istromento, non si possono analiticamente giustificare. Si è risposto a queste mie riflessioni con tre note, una dell'egregio sig. prof. Palmieri, che indicheremo con (P″), intitolata: *Nuove modificazioni arrecate al conduttore mobile*, ecc. (87); l'altra del ch. sig. Battaglini, che rappresenteremo con (B), intitolata: *Osservazione intorno ad una formula relativa all' elettrometro bifilare* (88); la terza del Palmieri stesso, intitolata:

(85) Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, t. 17, pag. 331, e t. 18, p. 279.

(86) Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli, vol. 2.

(87) Rendiconto dell'accad. R. delle scienze fis. e mat. di Napoli, an. V, fasc. 7. luglio, 1866, p. 245. — Vedi anche il Nuovo Cimento, t. 23 e 24, agosto e settembre, an. 1865-66, p. 81.

(88) Rendiconto citato, fasc. 8.°, agosto 1866, p. 265.

Nuove modificazioni arrecate al conduttore mobile, con alcune avvertenze necessarie nel farne uso (89), che indicheremo con (P‴).

Se non fosse che il tornare sugli argomenti controversi nelle indicate cinque memorie, mi porge occasione a svolgere ancor più, e penetrare maggiormente certe dottrine di elettrostatica; mi resterei nel silenzio, limitandomi a quanto già sul proposito esposi nella mia memoria (V). Però si aggiunge, che i due miei distintissimi oppositori, si compiacquero per ben tre volte, cioè colle (P″), (B), (P‴), rispondere alle obbiezioni da me fatte nella unica mia memoria (V). Inoltre nel rendiconto dell' accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli, fascicolo I. del gennaio 1867, p. 9, si asserisce che i chiarissimi signori Battaglini e Palmieri, risposero in modo convincente, alle obbiezioni fatte dal Volpicelli, relative alla teorica del Battaglini, sull' elettrometro bifilare del Palmieri. Laonde, tanto per le risposte più volte ripetute, quanto perchè le ragioni addotte in esse non distruggono affatto le obbiezioni da me pubblicate nella mia memoria (V); ed in fine anche per la stima grande che nutro verso quei dotti oppositori, sono costretto a dichiarare qui appresso una seconda volta il mio parere, con sufficiente sviluppo, sulle controverse dottrine: tanto più che da queste discussioni, puramente scientifiche, forse qualche utile potrà la scienza ritrarre.

Nella nota (P″), pag. 249, del rendiconto citato, si legge: « Il prof.
» Volpicelli in una sua memoria intitolata *Ricerche analitiche sul bifilare*,
» mentre fa diverse osservazioni sul procedimento analitico, seguito dal
» Battaglini, per giungere alla formula, che dà l'attenenza tra gli archi im-
» pulsivi, e gli archi definitivi, move qualche dubbio sulla ipotesi che
» gli archi impulsivi siano proporzionali alle tensioni; ora senza entrare nel
» campo delle disquisizioni matematiche, dico che la sperienza verifica
» maravigliosamente la formula del Battaglini, entro i limiti da me addi-
» tati, e la sperienza stessa verifica la proporzionalità degli archi im-
» pulsivi colle tensioni elettriche . . . . . . Ma il Volpicelli alla formula
» $\frac{\alpha(\beta-\alpha)}{\beta} = \text{tag.}\,\frac{1}{2}\alpha$, preferirebbe l'altra $kf = \frac{P\delta\Delta}{L}\beta$. Ora laciando altre
» considerazioni, che nascerebbero dalla difficoltà di avere senza errore le

(89) Estratta dal vol. 3.° degli Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli, an. 1866.

» quantità contenute nella formula preferita dall'autore, non si avrebbe così
» spedito il metodo, per iscoprire le perdite, che si ebbero durante la corsa
» del conduttore, nelle variabilissime condizioni di umidità dell'ambiente. Non
» basta misurare esattamente una tensione, ma conviene sapere questa che
» voi misurate, quale attenenza ha con quella che sarebbesi manifestata,
» senza dispersione alcuna ».

Chiunque legga la parte quarta della mia memoria (V), subito vedrà che questa prende a considerare soltanto le ricerche *puramente analitiche*, colle quali dal ch. Battaglini si è giunto (90), alla formula $(g) \ldots \frac{\alpha(\beta-\alpha)}{\beta} = \text{tang.} \frac{1}{2}\alpha$, nella memoria (P'); e che in quella stessa quarta parte, mi sono astenuto da qualunque fatto sperimentale. Quindi poichè il ch. Palmieri non crede opportuno, prendere ad esame quanto ivi fu da me considerato analiticamente; così non ho punto a rispondere *da questo lato* al riferito brano della (P''). Però siccome nel brano stesso mi si attribuiscono delle asserzioni, che non mi appartengono punto, e se ne incontrano di quelle che non possono aver luogo; così per quest'altro lato debbo produrre la seguente risposta. Quindi profitterò dell'attuale occasione, per mettere in maggior luce alcuni punti, che riguardano l'elettrometro bifilare del nominato autore.

Primieramente si dice, nel citato brano del Palmieri, che io mossi *qualche dubbio sulla ipotesi che gli archi impulsivi sieno proporzionali alle tensioni*. Questo asserto è relativo certamente all'aver io detto sul principio del §. 21 della
» memoria (V) «si rileva che il primo tratto analitico dell'autore non ammissibile,
» consiste nella indicata proporzionalità fra l'angolo impulsivo β, e la elettrica
» tensione f, tanto perchè la proporzionalità stessa non fu bene definita riguardo
» alla posizione della leva, quanto perchè la formula finale (g), non è affatto
» condizionata esclusivamente a quella ipotesi $(b) \ldots kf = \frac{P\delta\Delta}{L}\beta \ldots$; ed an-
» che all' avere io detto sul terminare del §. 22 » Finalmente osserveremo che
» quando si volesse riguardare ammissibile la ipotesi $(b) \ldots$ »

Se attentamente leggansi queste due mie considerazioni, vedrà ognuno che io non mossi nelle medesime dubbio veruno riguardo alla ipotesi fisica (b); ma bensì

(90) Ognuno facilmente riconoscerà, che il primo membro della (g), nel § 20 della mia memoria (V), per errore di stampa, fu espresso con $\frac{(-\alpha)}{\beta}$, e che invece doveva esprimersi con $\frac{\alpha(\beta-\alpha)}{\beta}$.

nella prima, i dubbi, cioè meglio la inammissibilità indicata, riguarda soltanto l'analisi del ch. Battaglini; vale a dire il modo col quale la ipotesi (b) fu nel calcolo introdotta. Poichè ivi dissi esplicitamente « *il primo tratto analitico dell'autore non ammissibile* ... » e poichè l'unico scopo di quelle mie due osservazioni, era il dimostrare che la (g) non è una conseguenza esatta della ipotesi (b), e non il contestare questa ultima formula. Inoltre certo è, che la indicata proporzionalità, non fu bene definita nella (P'); poichè ivi non è detto a quale *posizione* dell' indice riferiscasi quella proporzionalità; ma solo è asserito, che *gli archi impulsivi sono direttamente proporzionali alle forze, sino ad un certo limite* .... Però questo asserto è molto vago, poichè le forze variano col variare di posizione dell' indice, sebbene la carica dei bracciuoli fissi del bifilare in proposito, rimanga sempre la stessa.

Riguardo alla riferita seconda mia osservazione, si vede chiaro che col dire « *quando si volesse riguardare ammissibile* » ho voluto intendere quando la (b) fosse vera in generale, non già per alcuni valori di β sufficientemente piccoli; giacchè ognuno deve convenire, ed anche ne conviene il Palmieri, che per qualunque valore di β quella proporzionalità non potrebbe verificarsi.

Qui cade in acconcio suggerire, ma con ogni riserva, una modificazione all'elettrometro bifilare di questo ch. fisico; ed è il sopprimere tanto uno dei bracciuoli del suo sistema fisso, quanto il corrispondente braccio dell' indice mobile, procurando l'equilibrio meccanico, mediante un opportuno contrapeso, applicato al dischetto. Per tal modo la indicata proporzionalità, si verificheebbe sensibilmente, anche per angoli maggiori. Ed in fatti per la soppressione degl' indicati due bracci, viene pure soppressa quella elettrica repulsione, che prima esisteva, la quale si oppone al moto iniziale rotatorio dell' indice, alterando perciò sensibilmente la proporzionalità indicata, quando l'angolo β supera un certo limite. Inoltre nel sistema dell' autore, l' angolo finale α, non può mai superare 90°; mentre per la indicata modificazione, l'angolo medesimo, potrebbe divenire anche maggiore di un retto.

Secondariamente si dice nella (P'') « *Ma il Volpicelli alla formula* (g) » *preferirebbe l' altra* (b) ». Ciò non è a bastanza esatto, perchè questa frase potrebbe far credere, che la formula (b) fosse da me prodotta, mentre invece la medesima è una ipotesi, assunta dal Battaglini, per base del suo calcolo; ed inoltre perchè non ho mai preferito la (b) alla (g). Questo equivoco fu preso senza dubbio, per aver io detto (Mem. (V), §. 22). « *Finalmente osser-*

veremo, *che quando si volesse riguardare ammissibile la ipotesi* (*b*), *questa si dovrebbe stimare utile molto più della risultante finale* (*g*). Ma con tale asserzione, nulla si decide circa la preferenza dell'una o dell'altra formula ; poichè si parla quì condizionatamente. A me pare assai chiaro, che il significato di queste mie parole, consista nel dire, che quando si ammetta per ipotesi una formula, da cui viene stabilita *direttamente* la relazione fra l'angolo impulsivo β, e la elettrica tensione f, come appunto stabilisce la (*b*), diviene superfluo ricercare la (*g*), una relazione cioè fra i due angoli, uno impulsivo β, l'altro definitivo α, per l' *unico* fine di determinare la stessa f, come *unicamente* si vuole dalla memoria (P'), pag.7, ove si determina f per mezzo della (*g*).

In *terzo* luogo, per quello appartiene al riferito asserto della stessa memoria (P''), cioè « *che l'esperienza verifica maravigliosamente la formula* (*g*) *del Battaglini entro i limiti additati*, p. 249, li 7 », ciò non giustifica punto il modo col quale fu introdotta nel calcolo la ipotesi (*b*),per giungere alla stessa (*g*).Dobbiamo infatti distinguere due questioni: la prima consiste nel sapere se la (*b*) è, o no vera; vale a dire se l'angolo impulsivo β, sia generalmente o limitatamente proporzionale alle tenzioni f. Riguardo a ciò, non mi sono mai pronunciato, e non voglio negare che questa ipotesi possa condurre a risultamenti più o meno esatti. La seconda quistione poi consiste nel sapere, se la formula (*g*) sia giusta conseguenza, dell'analisi basata sulla ipotesi (*b*). Relativamente a ciò, dimostrai nella mia memoria (V), che questa conseguenza non è rigorosamente dedotta; e feci vedere (§. 22) che la formula (*g*) ammette per ipotesi l'altra

$$(h) \qquad M_\varphi = kf\frac{\varphi\,\text{sen.}\varphi + \cos.\varphi - 1}{\varphi^2},$$

invece della (*b*), come anche vedremo confermato in appresso.

In *quarto* luogo, si dice nel citato brano della memoria (P''), che quando si volesse preferire la formula (*b*) alla (*g*) « *nascerebbero delle difficoltà di avere senza errore le quantità contenute nella formula preferita* .... » Però è da osservare, che queste difficoltà sensibilmente svaniscono, allorchè vogliasi adoperare una pila normale ; poichè a questo modo, il coefficiente $\frac{P\Delta\delta}{Lk}$, che affetta il β nella (*b*), risulta rispetto ad f, si può determinare complessivamente, assegnando la unità di carica convenuta per un angolo dato, senza bisogno di misurare le quantità contenute nel coefficiente stesso ; e con tal mezzo po-

trebbe anche ottenersi, che l' istromento fosse paragonabile ad un altro. Perciò concludiamo che quando non abbiasi altro scopo, da quello in fuori di conoscere la carica, mediante l'angolo impulsivo β, la (b) deve preferirsi alla (g), preferenza che ora *soltanto* noi concludiamo.

In *quinto* luogo, per quello riguarda le correzioni da farsi, relative alla perdita della carica, per effetto della umidità, l'illustre Palmieri assume questa perdita proporzionale al tempo (91). Però, dopo le sperienze di Coulomb, la perdita medesima viene sempre assegnata giustamente da un esponenziale, di cui l' esponente solo è in proporzione diretta col tempo. A questo proposito,. altre obbiezioni potrebbero ancora farsi, sulle quali torneremo in appresso.

Nella nota (2) pag. 248, della memoria (P''), si legge « *In generale quando non vi sono perdite, l'arco definitivo deve riescire uguale alla metà dell'arco impulsivo* ». Ciò è falso, perchè non in generale, ma solo in particolare, cioè quando gli angoli α, β sieno piccolissimi, od anche quando inoltre il momento M, sia costante, lo che non ha luogo nelle attuali ricerche; allora soltanto si verifica quell'asserto, come dimostreremo in appresso. Di più troviamo asserito anche nella medesima nota (2), che l'*arco impulsivo piccolo*, cioè *fra zero, e* 10°, *suol essere di* 3° *più grande del doppio definitivo*, vale a dire $\beta = 2\alpha + 3.°$ ». Ciò neppure si verifica, poichè in questo intervallo, cioè per angoli maggiori di zero, ma piccolissimi, si ottiene sensibilmente l'angolo impulsivo eguale al doppio del definitivo. Finalmente si asserisce inoltre nella indicata nota « *che* per un arco impulsivo *fra* 25° *e* 60,° *la differenza* $\beta - 2\alpha$ *svanisce* » ma ciò non può essere, perchè ponendo $\beta - 2\alpha = 0$, cioè ponendo la condizione $\frac{\beta}{2} = \alpha$ nella (g), avremo

$$\frac{\beta}{4} = \text{tang.} \frac{1}{4} \beta ,$$

equazione che certo, per valori di β, compresi fra o, e $\frac{\pi}{2}$, non può avere altra radice, fuorchè $\beta = o$, contro quello che fu asserito dicendo, che fra 25° e 60° la differenza $\beta - 2\alpha$ svanisce.

---

(91) Nuovo Cimento, t. 21, e 22, an. 1865-66, gennaio, p. 45, li. 15 salendo.

§. 25.

La indicata nota (B) del ch. Battaglini, è del tutto analitica, ed ha per iscopo chiarire il procedimento del calcolo, da esso eseguito, per giungere alla sua formula finale (g). Non possiamo accordarci col ch. Autore nel riconoscere, che gli schiarimenti contenuti nella nota medesima, bastino a giustificare la stessa (g), e ciò rilevasi dalle sette osservazioni seguenti.

Osservazione 1.ª Il ch. autore riguarda « *naturale* (pag. 266, li. 6) *il supporre che per una data forma del conduttore, e per un dato angolo* φ, *il momento* M_φ, *sia proporzionale alla carica f.* » Questa ipotesi non è giusta, e dev'essere sostituita dall'altra, in cui si ammette il momento M_φ, proporzionale al *quadrato* della carica indicata. Infatti siccome qui si tratta di due conduttori, uno indotto, l' altro inducente; e siccome per un φ costante, questi conduttori conservano *sempre la medesima distanza angolare* φ *l'uno dall'altro,* la teorica di Poisson facilmente dimostra, la relazione che deve aver luogo fra la carica dell' inducente e la forza, sia attrattiva, sia ripulsiva, fra i due corpi, mantenuti al dato angolo φ tra loro. Supponendo in fatti che uno di questi, l' inducente, abbia la carica f, l' altro essendo allo stato naturale; la carica del primo e la elettricità sviluppata nel secondo, prenderanno distribuzioni tali, sulle superficie dei due corpi stessi, che l'azione loro complessiva sopra un qualsiasi punto, preso arbitrariamente nell' interno dei conduttori medesimi, riesca nulla.

Qualunque sia la carica elettrica, posseduta da un conduttore inducente, questa si deve riguardare sempre formata da uno strato, posto in superficie del conduttore stesso, e di ertezza infinitesima: dicasi altrettanto delle cariche sviluppate dall' inducente sull' indotto. La *sola* condizione analitica per elettrico equilibrio, consiste nel l'essere zero la risultante di tutte le azioni, sopra un punto qualsiasi nell' interno del sistema dei due conduttori (92); inoltre sappiamo essere *unica* la elettrica distribuzione per l' effetto indicato (93).

---

(92) Poisson, Mémoires de l' Istitut Imp. année 1811, pag. 7.

(93) Vedi Belli, Memorie di mat. e di fis. della Società italiana, t. 22. Parte fisica, p. 174. Vedi anche Liouville, additions à la connaissence des temps, 1845.

Stabiliamo che sieno

$$a' \,,\; a'' \,,\; a''' \,,\; \ldots\ldots\ldots \,,\; a^{(m)}, \ldots\ldots$$

le rispettive accumulazioni elettriche, su tutti gli elementi superficiali dell' inducente, per la sua carica f; inoltre sieno

$$b' \,,\; b'' \,,\; b''' \,,\; \ldots\ldots \,,\; b^{(n)}, \ldots\ldots$$

le rispettive accumulazioni elettriche, su tutti gli elementi superficiali dell'indotto. Questa elettrica totale distribuzione, è supposta essere quella *unica*, per la quale si annulla l'azione sua complessiva sopra un qualunque punto interno, sia nell' inducente, sia nell' indotto; per tanto sarà

$$f = a' + a'' + a''' + \ldots + a^{(m)} + \ldots$$

Ora supponiamo che, per un' altra carica f_1 dell' inducente, sieno

$$ha' \,,\; ha'' \,,\; ha''' \,,\; \ldots\ldots \,,\; ha^{(m)} + \ldots$$

$$hb' \,,\; hb'' \,,\; hb''' \,,\; \ldots \,,\; hb^{(n)}, \ldots$$

le relative accumulazioni sugli elementi superficiali dei due nominati conduttori. È cosa evidente, che anche queste ultime due diverse distribuzioni, dovranno come le prime, soddisfare alla elettrostatica condizione sopra indicata; perchè la massa di ogni elementare accumulazione,ha cangiato proporzionalmente alla quantità costante h; e perchè, dall' essere infinitesima l' ertezza degli strati elettrici, la distanza del centro di azione di ciascun elemento elettrico, da qualunque punto interno sul quale agisce, varia soltanto per un infinitesimo. Da ciò discende che pure ogni elementare azione elettrica, cangiò soltanto proporzionalmente ad h, per la nuova carica f_1, attribuita all' inducente; laonde avremo

$$f_1 = ha' + ha'' + ha''' + \ldots + ha^{(m)} + \ldots$$

Riflettendo che la elettrica distribuzione, corrispondente ad una qualsiasi carica, è *unica*, chiaro apparisce che le distribuzioni relative alla seconda carica f_1, non possano essere altro che quelle sopra indicate. Abbiamo dunque dimostrato, che cangiando la carica f dell'inducente in f_1, cangeranno le differenti accumulazioni elettriche, sopra un elemento superficiale qualunque, tanto

dell' inducente, quanto dell' indotto, nel medesimo rapporto, nel quale ha cangiato la carica dell' inducente; cioè nel rapporto di $1 : h$.

Ora passiamo a considerare l' azione, che ha luogo fra la leva, ovvero l' indice, ed i bracciuoli fissi nell'elettrometro in proposito, supponendo soltanto variabile la carica di questi, e costante l'angolo φ. Per tal fine si rifletta, che a causa della simmetria del sistema, tale azione deve consistere in una coppia risultante, la quale viene costituita da tante altre componenti, ognuna elementare. Le due forze di ogni coppia elementare si troveranno, moltiplicando fra loro le due corrispondenti accumulazioni elettriche, da cui le forze stesse derivano, e dando ad ognuno di questi prodotti un fattore, corrispondente alla ragione inversa del quadrato delle rispettive distanze, fra le accumulazioni stesse.

Chiamando f, ed $f_1 = hf$, le cariche inducenti, comunicate ai bracciuoli fissi, ed esprimendo con a, b le accumulazioni su due superficiali elementi, uno in qualunque dei due bracciuoli fissi ed inducenti, l'altro sull' indice indotto dalla carica f, dovremo esprimere con ha, ed hb le rispettive accumulazioni sugli elementi stessi, per la carica $f_1 = hf$; e ciò secondo quanto fu dimostrato. Ora esprimendo con z l' azione reciproca fra i nominati elementi, per la carica f, e similmente con z_1 quella per la carica f_1, avremo

$$z = \mathrm{K}ab\ ,\quad z_1 = \mathrm{K}.ha.hb = h^2.\mathrm{K}ba\ ,$$

essendo K un fattore costante, che dipende dalla posizione relativa fra l'indotto e l' inducente, la quale fu supposta invariabile; per tanto avremo

$$z : z_1 = 1 : h^2 = f^2 : f_1^2.$$

Perciò la elementare azione fra due qualsisieno elementi superficiali, uno sull'inducente, l'altro sull'indotto, dev'essere direttamente proporzionale al quadrato della carica inducente. Quindi è anche chiaro che l'azione *totale*, fra i due nominati conduttori, deve pur essa riescire proporzionale al quadrato stesso; e perciò anche il momento M_φ di questa, dovrà seguire la medesima proporzione del quadrato, come volevamo dimostrare.

Sulla indicata legge del quadrato della carica, tratta pure William Tomson, in una sua nota intitolata « Sur les lois élémentaires de l' électricité sta-

assegnare il valore di M_φ, essendo esse le condizioni sufficienti e necessarie, per ottenere sì fatto valore. Eliminando adunque la f dalle (*c*), (*e*), mediante la (*b*), avremo le

$$M_\varphi = \frac{P\delta\Delta}{kL}\beta\left(A_0 + A_1\varphi + A_2\varphi^2 + \ldots\right),$$

$$A_0 + A_1\frac{\beta}{2} + A_2\frac{\beta^2}{3} + \ldots = \frac{k}{\beta^2}(1 - \cos\beta),$$

dalle quali, per mezzo della eliminazione di A_0, avremo la

$$M_\varphi = \frac{P\delta\Delta}{kL}\beta\left[\frac{k}{\beta^2}(1-\cos\beta) - A_1\frac{\beta}{2} - A_2\frac{\beta^2}{3} - A_3\frac{\beta^3}{4} - \ldots \right.$$
$$\left. + A_1\varphi + A_2\varphi^2 + A_3\varphi^3 + \ldots\right].$$

Sostituiscasi questo valore di M_φ nella (*i*), ed essa facilmente ridurrassi ad una identità, dopo eseguite le integrazioni fra i limiti β, e 0; quindi è chiaro, che la (*i*) viene soddisfatta dalle sole (*b*), (*c*), (*e*), senza che sia necessario determinare i coefficienti che si contengono nella (*c*), salvo uno di essi. Perciò si potrà giungere, come vedremo nella *sesta* osservazione, a trovare la *vera* dipendenza fra gli angoli α, β, discendente legittimamente dalla unica ipotesi dell' autore; e ciò senza determinare i coefficienti medesimi, per assegnare i quali, non si hanno condizioni opportune dalla natura dell' attuale ricerca.

Per tanto è chiaro altresì, che l'equivoco preso nella nota (B) sul proposito, consiste in ammettere, che la (*e*) valga per ogni valore di β; cioè nell' ammettere che β sia variabile: mentre di fatto è costante in una medesima sperienza, e varia solo da un esperimento all'altro. Questo equivoco è in sostanza identico a quello, che indicammo nella nostra memoria (V), (§ 20, e 21), cioè che fu cangiato il valore generale di φ, nel particolare β; ma dopo questo cangiamento, non era più lecito applicare il metodo dei coefficienti indeterminati.

Osservazione 3.ª Contro la ipotesi (*c*), contenuta nella nota (B), deve ancora osservarsi, che la medesima non può in generale sussistere; perchè contiene semplicemente le potenze dell' arco φ, e non una funzione trigonometrica di questo. Ma il momento M_φ, deve riassumere il suo valore iniziale, quando si cangia φ in $\varphi + 2\pi$; perciò vediamo che la (*c*) non corrispon-

de generalmente al fatto. In vece si dovrebbe nella (c) ammettere una serie, procedente secondo i seni e coseni degli archi multipli di φ, o forse la somma di due così fatte serie, potrebbe generalmente soddisfare; poichè allora soltanto M_φ riassumerà il suo valore iniziale, quando si cangia φ in $\varphi + 2\pi$. Potrebbe rispondersi, che si vuole limitare l' analisi ad angoli φ sufficiente-temente piccoli; quindi non occorrere tanta esattezza nell' ammettere la (c). Noi però crediamo, ciò non essere sufficiente ragione, per abbandonare la forma della funzione, che corrisponde generalmente ad ogni caso, preferendone un' altra, che non vi corrisponde.

Osservazione 4.ª Nella mia memoria (V) (§.21) esposi, come infinite ipotesi arbitrarie fra f e β, conducano sempre, seguendo il calcolo esposto nella (P′), alla medesima formola finale (g). Ora siccome nella nota (B), si ammette ancora una seconda ipotesi, cioè la (c), sulla quale si era taciuto nella (P′); così rimane a vedere se la coesistenza delle due (b), e (c), impedisca l'assurdo, cioè che infinite ipotesi arbitrarie fra f, e β, possano farci ancora ottenere la (g). Per tanto se nelle (b) e (c), sostituiamo F(f), alla variabile qualunque arbitraria f, avremo le due seguenti

$$\frac{P\partial\Delta}{L}\beta = kF(f)\,,\quad M_\varphi = F(f)\,(A_0 + A_1\varphi + A_2\varphi^2 + A_3\varphi^3 + \ldots\ldots),$$

Ripetendo su queste uguaglianze il calcolo fatto nella nota (B), relativamente alle (b), (c), arriveremo anche alla (g) stessa, come facilmente si vede, riflettendo che la F(f) sparisce pure in questo caso, come nella stessa (B) disparve la f.

Da ciò si conclude che il risultamento finale, consistente nella (g), non dipende affatto dalla forma della F(f), quando si ammettano le (c), (b); così viene confermato quanto esponevo sul proposito, nella mia memoria (V) (§.21).

Se poi si volesse ammettere che la funzione F (f), sostituita nelle (b), (c), non sia la stessa in ognuna delle medesime, allora lo sviluppo indicato non più sarebbe indipendente dalla forma delle medesime funzioni.

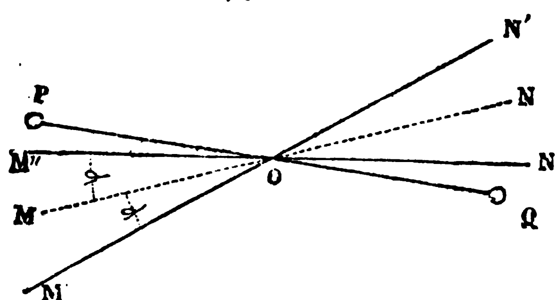
Osservazione 5.ª Coloro i quali non fossero convinti dalle precedenti osservazioni, per concludere che la (g) non è analiticamente dimostrata, lo saranno certo da quanto siegue, lo che ha per oggetto una semplicissima riflessione sul momento variabile indicato con M_φ. Questa riflessione non si potè produrre nella mia memoria (V), perchè allora non si conosceva la seconda ipotesi (c), comparsa soltanto nella nota (B), la quale ci ha dato mezzo di approfondire maggiormente l' attuale quistione.

Dall'analisi della nota (B), pag. 266, siegue, che il momento della leva, corrispondente ad un angolo variabile φ, si esprime colla

$$(h) \qquad M_\varphi = kf\left(\frac{1}{2} - \frac{3\varphi^2}{2.3.4} + \frac{5\varphi^4}{2.3.6} - \ldots\right),$$

ove denota φ l' angolo MOM' (fig. 3), essendo MN la posizione *iniziale* di equilibrio della leva, quando non avvi carica veruna, da cui si debbono contare i valori di φ, ed essendo PQ i bracciuoli fissi. Ora la forma (*h*), ricevuta dal momento M_φ, non verifica questo momento, allorchè si cangia la variabile φ in $-\varphi$; quindi è chiaro che le due giaciture M'N' ed M''N'', equidistanti dalla leva MN indice, producono secondo la (*h*) data nella (B), lo stesso momento M_φ, perchè le potenze di φ nella (*h*), sono tutte pari. Ma ognuno vede, come questo risultamento, venga in opposizione la più chiara, colle fondamentali dottrine, relative alle repulsioni elettrostatiche; le quali vogliono, che non variando la carica dell' inducente PQ, ma diminuendo la distanza fra i due corpi elettrizzati PQ ed M''N'', cresca la repulsione fra essi, e quindi cresca il relativo loro momento, non già rimanga lo stesso, come vorrebbe la (*h*), la quale per le due posizioni, la prima M''N'', la seconda M'N', corrispondenti ad angoli eguali, e di segno contrario, fornisce lo stesso momento.

fig. 3.



La incompatibilità della (*h*) coi fatti, viene ancora più palese riflettendo, che la posizione MN di equilibrio iniziale della leva, cioè senza torcimento dei fili, é fra certi limiti anche *arbitrari*. Poichè si dice nella memoria (P'), pag. 5, che tale posizione deve distare *qualche grado* dalla leva fissa, cioè dai bracciuoli, lo che viene confermato nella memoria (P'''), pag. 7, e pag. 10. Ora siccome la espressione *qualche grado*, permette molte posizioni di equilibrio, così esisterebbe non soltanto *una* posizione MN, ma bensì tutta una serie di posizioni iniziali, di cui per ognuna, le rispettive giaciture dell' indice o leva mobile, equidistanti dalla posizione iniziale corrispondente, darebbero il medesimo momento M_φ, lo che sarebbe assurdo.

Osservazione 6.ª Quando si volesse giungere alla relazione fra i due angoli, uno impulsivo, l'altro definitivo, partendo dalla mia generale formola (*w*), dovremo sostituire questo suo valore nella (38) della mia memoria (V), cioè nella

$$(38)\qquad \frac{\int_0^\beta M_\varphi d\varphi}{1-\cos\beta}=\frac{M_\alpha}{\operatorname{sen}\alpha},$$

equazione che stabilisce in generale la indicata relazione. Per tanto avremo

$$\int_0^\beta M_\varphi d\varphi=\frac{P\delta\Delta}{kL}\,\beta\left[\frac{k}{\beta^2}(1-\cos\beta)\beta-\left(A_1\frac{\beta^2}{2}+A_2\frac{\beta^3}{3}+A_3\frac{\beta^4}{4}+\ldots\right)\right.$$

$$\left.+A_1\frac{\beta^2}{2}+A_2\frac{\beta^3}{3}+A_3\frac{\beta^4}{4}+\ldots\right]=\frac{P\delta\Delta}{L}(1-\cos\beta);$$

cosicchè della (38) si avrà la

$$\frac{\int_0^\beta M_\varphi d\varphi}{1-\cos\beta}=\frac{P\delta\Delta}{L}.$$

Venendo al secondo membro della (38) stessa, dobbiamo nella (w) cangiare φ in α, dividendo poi per $\operatorname{sen}\alpha$, ed otterremo la

$$\frac{M_\alpha}{\operatorname{sen}\alpha}=\frac{P\delta\Delta}{kL}\,\frac{\beta}{\operatorname{sen}\alpha}\left[\frac{k}{\beta^2}(1-\cos\beta)-A_1\frac{\beta}{2}-A_2\frac{\beta^2}{3}-A_3\frac{\beta^3}{4}-\ldots\right.$$

$$\left.+A_1\alpha+A_2\alpha^2+A_3\alpha^3+\ldots\right].$$

Sostituendo i trovati valori nella (38), si avrà

$$1=\frac{\beta}{k\operatorname{sen}\alpha}\left[\frac{k(1-\cos\beta)}{\beta^2}-A_1\frac{\beta}{2}-A_2\frac{\beta^2}{3}-A_3\frac{\beta^3}{4}-\ldots\right.$$

$$\left.+A_1\alpha+A_2\alpha^2+A_3\alpha^3+\ldots\right],$$

ovvero

$$\beta k\operatorname{sen}\alpha=k(1-\cos.\beta)-A_1\frac{\beta^2}{2}-A_2\frac{\beta^3}{3}-A_3\frac{\beta^4}{4}-\ldots$$

$$+(A_1\alpha+A_2\alpha^2+A_3\alpha^3+\ldots)\beta,$$

cioè

$$(\gamma)\ \ldots\ (k\operatorname{sen}\alpha-A_1\alpha-A_2\alpha^2-A_3\alpha^3-\ldots)\beta=k(1-\cos\beta)-A_1\frac{\beta^2}{2}$$

$$-A_2\frac{\beta^3}{3}-A_3\frac{\beta^4}{4}-\ldots.$$

Questa è dunque la relazione, che passa fra i due angoli, uno impulsivo β, l'altro definitivo α, legittimamente dedotta dalle ipotesi (b), e (c) dell'autore; cioè dal riguardare tanto l'angolo impulsivo β proporzionale alla carica f del sistema fisso, quanto il momento M_φ della leva, corrispondente ad un dato angolo φ, proporzionale alla carica indicata. Da ciò possiamo vedere come la equazione (γ), dedotta dalle indicate ipotesi, abbia una forma molto più complicata della (g), e contenga una serie infinita di coefficienti arbitrari, non determinabili mediante le condizioni del quisito. La ragione poi perchè la nostra (γ) non contenga la (g) qual caso particolare, consiste nell'essere uno soltanto dei coefficienti A_0, A_1, A_2, . . . necessariamente determinato, e per tale coefficiente abbiamo scelto A_0, mentre la (g) fu ottenuta determinandoli tutti arbitrariamente; quindi è che la (γ) non può contenere la stessa (g), e la dovrebbe allora soltanto contenere, quando non avesse avuto luogo la *necessaria* determinazione di uno del nominati coefficienti, da cui dipendono tutti gli altri, cioè quando ciascuno di essi fosse restato arbitrario.

Supponendo nella (γ) i due angli α, β piccolissimi, potremo sviluppare ambo i suoi membri secondo le potenze di α e β; cosicchè, prima introducendo le serie di senα e di cosβ, otterremo la

$$\left[(k - A_1)\alpha - A_2\alpha^2 - \left(\frac{k}{2.3} + A_3\right)\alpha^3 - \ldots\right]\beta =$$

$$= \left(\frac{k}{2} - \frac{A_1}{2}\right)\beta^2 - A_2\frac{\beta^3}{3} - \left(\frac{k}{2.3.4} + \frac{A_3}{4}\right)\beta^4 - \ldots,$$

che fornisce la *vera* dipendenza, fra gli angoli α, β, ottenuta legittimamente dalle due citate ipotesi dell'autore, come fu asserito (*osser.* 2^a); quindi, conservando la sola dimensione più inferiore degl'infinitesimi, sarà

$$(k - A_1)\alpha\beta = \left(\frac{k}{2} - \frac{A_1}{2}\right)\beta^2, \quad \text{donde} \quad \alpha = \frac{\beta}{2}.$$

Si verifica perciò quanto fu asserito anteriormente(§.24), cioè che supponendo gli angoli piccolissimi, allora il definitivo è sempre metà dell'impulsivo, qualunque sia la legge che si vuole assegnare al momento variabile della leva.

Osservazione 7.ª Supponendo che la leva percorra soltanto angoli piccolissimi, la ricerca generale della relazione fra l'impulsivo β, ed il definitivo α, riesce molto facilitata. In fatti se nelle due fondamentali equazioni (a') ed (a) (memoria (V), §.20, pag. 40, vogliamo per questa determinazione introdurre la condizione indicata, dobbiamo considerare la M_φ, come costante, ed il suo valore sarà sensibilmente uguale ad M_0; quindi la equazione (a) si ridurrà, in tal caso, nella

$$M_o\beta = \frac{P\delta\Delta}{L}(1 - \cos\beta)\,,$$

ovvero, sviluppando il coseno secondo le potenze di β, e trascurando le potenze superiori alla seconda, otterremo

$$M_o\beta = \frac{P\delta\Delta}{L}\left(\frac{\beta^2}{2} \ldots\right),$$

cioè

$$(w_1) \qquad M_\varphi = \frac{P\delta\Delta}{L}\,\frac{\beta}{2}\,,$$

equazione da cui si determina β.

Per avere un' equazione da cui determinare α, riflettiamo che ponendo

$$\varphi = \alpha,$$

dovrà l' accelerazione $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$ risultare nulla, cioè dovrà essere

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0\,;$$

e sostituendo tutto ciò nell' (a), otterremo

$$M_o - \frac{P\delta\Delta}{L}\,\mathrm{sen}\alpha = 0,$$

ove, per essere α un angolo piccolo, si otterrà

$$(w_2) \qquad M_o - \frac{P\delta\Delta}{L}\alpha = 0\,.$$

Combinando questa equazione colla (w_1), si avrà immediatamente

$$(w_3) \qquad \alpha = \frac{\beta}{2}\,,$$

vale a dire l' angolo definitivo, pure nel caso in proposito, risulta metà dell' impulsivo.

Questa verità si raggiunge molto speditamente, anche dalla (38) della mia memoria (V), §. 16, p. 30). In fatti per un valore piccolissimo di φ, avendosi le

$$\int_0^\beta M_\varphi\, d\varphi = M_o\beta\,, \quad \text{ed} \quad M_\alpha = M_o\,,$$

abbiamo dalla stessa (38)

$$\frac{M_0\beta}{1-\cos\beta}=\frac{M_0}{\mathrm{sen}\alpha},$$

ovvero

$$\beta\mathrm{sen}\alpha=1-\cos\beta,$$

dalla quale, ponendo α, e β piccolissimi, avremo

$$\alpha=\frac{\beta}{2}.$$

Nella mia memoria (V), furono considerati due casi, nei quali siamo giunti a stabilire la relazione fra l'angolo impulsivo β, e il definitivo α. Questi casi vengono rappresentati dalle formole (43), (48) della memoria stessa; ed ora possiamo vedere se ques te, per valori piccolissimi di α, β, soddisfanno alla (w_3). Pertanto, essendo μ un qualunque arco *finito*, e δ un arco *infinitesimo*, abbiamo

$$\mathrm{sen}\,(\mu+\delta)=\mathrm{sen}\mu+\delta\cos\mu\,;$$

$$\cos\,(\mu+\delta)=\cos\mu-\delta\mathrm{sen}\mu\,.$$

Queste uguaglianze, che, avuto riguardo allo sviluppo in serie, sono esatte sino alla prima dimensione di δ, bastano a sviluppare l'equazioni (43), (48), di cui si tratta. Riguardo alla prima delle medesime avremo, pei termini che si contengono in essa, le

$$\mathrm{sen}\frac{\beta}{4}=\frac{\beta}{4},$$

$$\cos\frac{\beta+2\gamma}{4}=\cos\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\beta}{4}\right)=\cos\frac{\gamma}{2}-\frac{\beta}{4}\,\mathrm{sen}\,\frac{\gamma}{2},$$

$$\mathrm{sen}\frac{\alpha+\gamma}{2}=\mathrm{sen}\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\alpha}{2}\right)=\mathrm{sen}\,\frac{\gamma}{2}+\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\gamma}{2}.$$

Innalzando quest' ultima equazione al quadrato, e trascurando nel secondo membro le potenze di α superiori alla prima, sarà

$$\mathrm{sen}^2\left(\frac{\alpha+\gamma}{2}\right)=\mathrm{sen}^2\frac{\gamma}{2}+\alpha\mathrm{sen}\frac{\gamma}{2}\cos\frac{\gamma}{2}.$$

Inoltre avremo anche le

$$\operatorname{sen}^2 \frac{\beta}{2} = \frac{\beta^2}{4},$$

$$\cos\left(\frac{\alpha+\gamma}{2}\right) = \cos\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\alpha}{2}\right) = \cos\frac{\gamma}{2} - \frac{\alpha}{2}\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2},$$

$$\operatorname{sen}\frac{\beta+\gamma}{2} = \operatorname{sen}\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\beta}{2}\right) = \operatorname{sen}\frac{\gamma}{2} + \frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}.$$

Sostituendo questi valori nella (43), si otterrà

$$\frac{\alpha\beta}{2}\left(\cos\frac{\gamma}{2} - \frac{\beta}{4}\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}\right)\left(\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2} + \alpha\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}\cos\frac{\gamma}{2}\right) =$$

$$= \frac{\beta^2}{4}\left(\cos\frac{\gamma}{2} - \frac{\alpha}{2}\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}\right)\left(\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2} + \frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}\right)\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}.$$

Eseguendo le moltiplicazioni, e limitandosi nel risultamento ai soli termini di due dimensioni, rispetto gli angoli α, β, otterremo

$$\frac{\alpha\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2} = \frac{\beta^2}{4}\cos\frac{\gamma}{2}\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2},$$

cioè

$$\alpha = \frac{\beta}{2},$$

come volevamo dimostrare.

Introducansi ora le medesime condizioni, cioè la piccolezza degli angoli α, β, nella citata (48). Per formare il primo membro di questa equazione, abbiamo

$$\frac{1}{\operatorname{sen}\left(\frac{\beta+\gamma}{2}\right)} = \frac{1}{\operatorname{sen}\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\beta}{2}\right)} = \frac{1}{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2} + \frac{\beta}{2}\cos\frac{\gamma}{2}} = \frac{1}{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}} \cdot \frac{1}{1+\frac{\beta}{2}\cot\frac{\gamma}{2}} =$$

$$= \frac{1}{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}\left(1 - \frac{\beta}{2}\cot\frac{\gamma}{2}\right) = \frac{1}{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}} - \frac{\beta}{2}\,\frac{\cos\frac{\gamma}{2}}{\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2}}.$$

Similmente

$$\frac{1}{\cos\left(\frac{\beta+\gamma}{2}\right)}=\frac{1}{\cos\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\beta}{2}\right)}=\frac{1}{\cos\frac{\gamma}{2}-\frac{\beta}{2}\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}=\frac{1}{\cos\frac{\gamma}{2}}\cdot\frac{1}{1-\frac{\beta}{2}\operatorname{tang}\frac{\gamma}{2}}$$

$$=\frac{1}{\cos\frac{\gamma}{2}}\left(1+\frac{\beta}{2}\operatorname{tang}\frac{\gamma}{2}\right)=\frac{1}{\cos\frac{\gamma}{2}}+\frac{\beta}{2}\,\frac{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}{\cos^2\frac{\gamma}{2}},$$

ed anche

$$\operatorname{sen}^2(\alpha+\gamma)=(\alpha\cos\gamma+\operatorname{sen}\gamma)^2=\operatorname{sen}^2\gamma+2\alpha\operatorname{sen}\gamma\cos\gamma\,.$$

Perciò il primo membro della (48) diverrà

$$\left[\frac{1}{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}+\frac{1}{\cos\frac{\gamma}{2}}-\left(\frac{1}{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}-\frac{\beta}{2}\,\frac{\cos\frac{\gamma}{2}}{\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2}}\right)-\left(\frac{1}{\cos\frac{\gamma}{2}}+\frac{\beta}{2}\,\frac{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}{\cos^2\frac{\gamma}{2}}\right)\right]\alpha(\operatorname{sen}^2\gamma+2\alpha\operatorname{sen}\gamma\ldots$$

$$=\left(\frac{\cos\frac{\gamma}{2}}{\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2}}-\frac{\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}}{\cos^2\frac{\gamma}{2}}\right)\frac{\alpha\beta}{2}\operatorname{sen}^2\gamma$$

$$=2\alpha\beta\,\frac{\cos^3\frac{\gamma}{2}-\operatorname{sen}^3\frac{\gamma}{2}}{\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2}\cos^2\frac{\gamma}{2}}\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2}\cos^2\frac{\gamma}{2}=2\alpha\beta\left(\cos^3\frac{\gamma}{2}-\operatorname{sen}^3\frac{\gamma}{2}\right).$$

Pel secondo membro della stessa (48) abbiamo

$$\cos^3\left(\frac{\alpha+\gamma}{2}\right)=\cos^3\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\alpha}{2}\right)=\left(\cos\frac{\gamma}{2}-\frac{\alpha}{2}\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}\right)^3=\cos^3\frac{\gamma}{2}-3\frac{\alpha}{2}\cos^2\frac{\gamma}{2}\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2},$$

$$\operatorname{sen}^3\left(\frac{\alpha+\gamma}{2}\right)=\operatorname{sen}^3\left(\frac{\gamma}{2}+\frac{\alpha}{2}\right)=\left(\operatorname{sen}\frac{\gamma}{2}+\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\gamma}{2}\right)^3=\operatorname{sen}^3\frac{\gamma}{2}+3\frac{\alpha}{2}\operatorname{sen}^2\frac{\gamma}{2}\cos\frac{\gamma}{2};$$

laonde il secondo membro stesso, valendosi dello sviluppo in serie di $\cos\beta$, diverrà

$$\beta^2\left(\cos^3\frac{\gamma}{2}-3\frac{\alpha}{2}\cos^2\frac{\gamma}{2}\,\text{sen}\,\frac{\gamma}{2}-\text{sen}^3\frac{\gamma}{2}-3\frac{\alpha}{2}\,\text{sen}^2\frac{\gamma}{2}\cos\frac{\gamma}{2}\right)$$

$$=\beta^2\left(\cos^3\frac{\gamma}{2}-\text{sen}^3\frac{\gamma}{2}\right),$$

senza i due termini colle tre piccolissime dimensioni. Ora eguagliando fra loro i due ridotti membri della medesima (48), si otterrà

$$2\alpha\beta\left(\cos^3\frac{\gamma}{2}-\text{sen}^3\frac{\gamma}{2}\right)=\beta^2\left(\cos^3\frac{\gamma}{2}-\text{sen}^3\frac{\gamma}{2}\right),$$

donde

$$\alpha=\frac{\beta}{2};$$

risultamento coincidente colla (w_3).

Anche la formola (g) del ch. Battaglini, per α piccolissimo, ci offre

$$\alpha=\frac{\beta}{2};$$

ma ciò non prova la esattezza della (g), poichè questo risultamento si ottiene in qualunque caso, indipendentemente dalla forma di M_ρ, come fu dimostrato mediante il raziocinio che conduce alla (w_3), cioè colle due citate formule della memoria (V), le quali suppongono condizioni molto diverse da quelle, per cui nella nota (B) si ottenne la (g) stessa. Concludiamo da tutto l'esposto, che l'analisi del ch. autore, manca di esattezza, come rilevasi dalle sette precedenti osservazioni; e che, prescindendo anche da qualunque analisi, la seconda ipotesi (c) dell'autore stesso, trovasi nella più evidente contraddizione colla sperienza. Il ch. Battaglini, dopo gli schiarimenti riferiti, dà in fine della sua nota (B), pag. 267, anche un cenno sul modo, col quale si deve correggere la perdita di elettricità, proveniente dalla dispersione: crediamo essere opportuno, esaminare ciò nei due paragrafi seguenti.

§. 26

Il ch. Palmieri torna, con maggiore sviluppo, in una sua memoria, che abbiamo già denominata (P'''), e che ha per titolo « *Nuove modificazioni*

arrecate al conduttore mobile (99) » a riflettere sulla relazione che passa, fra gli archi, uno impulsivo, l' altro definitivo, senza però dire nulla di nuovo, che possa menomare il valore, di quanto già conclusi, riguardo alla relazione stessa. Due sono i punti considerati dall' autore (100), i quali mi riguardano direttamente. Il primo di questi consiste, nell' avere io dimostrato nella mia memoria, (V) (§§. 20, e 21), non essere la formula (*g*) del ch. Battaglini, unicamente dipendente dalla ipotesi della proporzionalità, fra la semplice carica, e l' angolo impulsivo. Avendo già risposto a sufficienza nel precedente paragrafo 25, riguardo al primo punto, mi dispenso di tornare qui sul medesimo, e passo al secondo, che dal ch. autore si enuncia nel modo seguente « Il Volpicelli poi consiglierebbe, supposta siffatta proporzionalità, avvalersi » di una formula, per la quale la tensione si ricava direttamente dall' arco » impulsivo, senza por mente allo scopo della formula del Battaglini, che » è appunto quello di avere da un canto una riprova del principio di pro» porzionalità, e dall' altro di giungere alla conoscenza delle perdite, che » possono aversi dalle tensioni osservate; per cui, quando non vi sono » perdite, gli archi impulsivi rappresentano le forze (101) ».

Rispondo, che quando per mezzo dell' analisi, è stabilita una relazione fra due quantità, la cosa più di tutte necessaria, consiste nel verificare se l' analisi medesima sia vera o falsa. Ora in verun modo posso ammettere, che lo scopo della formula in proposito, sia stato raggiunto con analitica esattezza. Da me non altro fu detto, che l' analisi, colla quale il ch. Battaglini giunge a quella formula(*g*), è inesatta, mem. (V) (§. 20 e 21); e qui debbo aggiungere, che ogni analisi matematica erronea, non diverrà mai giusta, quand'anche il suo risultamento si accordi colla sperienza.

Potrebbe ritenersi essere la formula (g) tale, da recare vantaggi alla elettrostatica; per aver essa ricevuto il suffragio della sperienza, come assicura il ch. Palmieri. Ed in fatti riflettiamo, che la stessa (*g*), combinata colla (*b*), fornisce.

$$f=\frac{P\delta\Delta}{kL}\,\frac{\alpha^2}{\alpha-\tang\frac{1}{2}\alpha}\;;$$

(99) Estratta dagli atti della R. accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli, vol. III, an. 1866.

(100) Mem. citata, pag. 7 (nota).

(101) Ibidem.

quindi essendo α un angolo piccolo bastantemente, otterremo la

$$f = \frac{2P\delta\Delta}{kL}\alpha,$$

risultamento che dimostra, essere le cariche proporzionali anche all' angolo finale, quante volte però questo sia compreso nei dovuti limiti, lo che trovasi eziandio verificato sperimentalmente per l' elettrometro a pagliette (102).

Ciò fu concluso pure nella mia memoria sugli elettrometri (103), mediante la prima delle formule (12), ponendo nella medesima φ per senφ. Ma deve per altra parte ritenersi, che la formula (g), non è ancora dimostrata per mezzo dell' analisi rigorosa. Riflettiamo inoltre, che la stessa (g) fornisce $\beta = 2\alpha$, per un valore piccolo di α, lo che pure dev'essere; (*osserv.ª* 7.ª) da tutto ciò si rileva la utilità pratica di questa formula, che certo però dall' analisi non ha ricevuto fino ad ora verun fondamento.

Per quello poi riguarda la opportunità del mio citato consiglio, circa la misura diretta della tensione, mediante l' arco impulsivo, debbo qui riportare i due seguenti brani dell'autore. « Io distinguo, egli dice, per ogni carica » l' arco impulsivo che l' indice descrive, al momento della carica, dall'arco » definitivo, in cui si ferma dopo alcune vibrazioni: *generalmente* mi valgo » degli archi impulsivi nella misura delle tensioni, perocchè questi si descri- » vono per effetto di tutta la carica, con perdite o *nulle*, o *lievissime*, in » quello che gli archi definitivi, dopo le vibrazioni avvenute, dinotano i re- » sidui, cioè le differenze fra le cariche e le perdite, per cui con un am- » biente molto umido, l' arco definitivo, può esser nullo, mentre si è avuto » un arco impulsivo piuttosto grande, e talora l' indice invece di fermarsi » dopo le consuete vibrazioni, cammina verso lo zero (104).

Inoltre l'autore stesso, mentre descrive l'uso del suo bifilare, dopo aver detto che l'angolo impulsivo dà la *misura precisa* della tensione, prosegue a questo modo « aspettando un poco affinchè l' indice si fermi, e misurando l' arco » definitivo, si farà se occorre la correzione per le perdite, la quale per la » maggior parte dei casi, non si deve fare, essendo solo necessaria nei tempi » di forte umidità dell' ambiente (105) ».

(102) Belli corso elem. di fisica sperim., vol. 3.°, p. 492, § 1272, li. 14 salendo.
(103) Atti dell' accad. pontif. de' Nuovi Lincei, t. XI, an. 1857-58, §. 18.
(104) Estratto della mem. citata (P.te), pag. 4, lin. 6 (salendo).
(105) Idem, p. 8, lin. 13.

Si rileva da questi due brani del ch. autore, che l' indicato mio consiglio, non era inutile, almeno per quanto appartiene alla maniera di sperimentare. In fatti l'autore medesimo dichiara nel primo brano, in modo esplicito, che *generalmente* possa ognuno contentarsi degli archi impulsivi osservati β, perchè le perdite della carica f, sono o *nulle*, o *lievissime*; quindi esse nel valore di f tratto dalla (b),possono produrre soltanto un errore, o nullo, od assai lieve.

Si vede per tanto, che l' arco definitivo è, *generalmente* parlando, inutile; perchè l' arco impulsivo dà senz' altro la misura della tensione. Ma questo appunto era l' indicato mio consiglio, che al dire dello stesso autore, può generalmente praticarsi. Quindi apparisce ad evidenza, che solo per paragonare fra loro i diversi stromenti, sarebbe necessario valersi di una pila campione; mentre la graduazione di ciascuno strumento, si può fare senza questo mezzo, quando ritengasi, che gli archi impulsivi sieno alle cariche proporzionali. Riflettiamo inoltre che, avendo a disposizione una pila campione, non si ha più bisogno di veruna ipotesi; poichè si può graduare senz' altro l' elettroscopio, mettendolo successivamente in comunicazione con una, due, tre,.... coppie della indicata pila, e notando l' angolo impulsivo per ognuna. Quanto riguarda i casi occezionali, nei quali si ha sensibile perdita della carica, questi sono rari, e la perdita medesima, secondo che asserisce l'autore nei riferiti suoi brani, non può essere che lievissima nell' arco impulsivo.

L'autore crede poter assegnare le perdite, mediante la formula (g), ragionando nel seguente modo « Allora mi fu facile giungere ad un metodo » *spedito* e *sicuro* per avere le osservazioni corrette dagli errori, provenienti » dalle dispersioni; imperciocchè se l' arco definitivo che si ottiene, è quello » stesso che si ricava dalla formula, allora è certo che durante la carica non » si ebbe dispersione sensibile; ma se l' arco definitivo osservato è minore » dell' arco definitivo teoretico, o calcolato, allora si conosce quel che si è » perduto nel tempo delle vibrazioni dell' indice, e quindi si può sapere la » perdita che si ebbe nel tempo in cui fu descritto l'arco impulsivo. Supponete che l'arco definitivo sia di 10°, mentre sarebbe dovuto essere di 12°, » e che le vibrazioni abbiamo durato 2″, e l'arco impulsivo sia stato descritto » in 1″, è chiaro che la perdita dovrà valutarsi di un grado, e però la tensione corretta sarebbe di un grado superiore a quella osservata nell' arco » impulsivo. Non volendo ricorrere alla formula, ciascuno potrà in giorno secco,

» trovare in modo sperimentale, la corrispondenza fra gli archi impulsivi ed i de» finitivi, e compilata una tavola, farla servire a correggere le osservazioni (106)».

Esaminiamo alquanto questo riferito brano: in *primo* luogo si vede, che per fare una osservazione completa coll' indicato strumento, debbonsi osservare quattro quantità; cioè due archi uno impulsivo, l' altro definitivo, e i due tempi nei quali furono descritti. Ma il tempo nel quale viene descritto l'arco impulsivo è sempre piccolissimo, e per un apparecchio sensibile, dovrà essere minore di 1'': inoltre l'arco stesso, ed il tempo impiegato nella sua corsa, debbonsi *contemporaneamente* osservare; perciò queste osservazioni, affinchè sieno esatte, presentano molta difficoltà nella esecuzione. Si vede adunque che l'indicato metodo, non si può dire *spedito* e *sicuro*. In *secondo* luogo è chiaro, che questo metodo per correggere, suppone dover essere la perdita proporzionale al tempo, senza tener conto che tale ipotesi, è soltanto applicabile al caso, in cui la carica si mantenga costante, come sarebbe quella che proviene da una sorgente inesausta, sopra un conduttore fisso. La vera e generale ipotesi circa la dispersione, consiste nell' essere questa dipendente dal tempo, dalla tensione della carica stessa, e dal modo col quale cangia la distribuzione della medesima sui conduttori, avuto riguardo alla reciproca variabile posizione loro, che appunto è il caso nostro. Se nell' esempio dato dall'autore, si perdesse il primo grado in un secondo, già per la perdita di un altro grado, farebbe d' uopo un tempo maggiore di un secondo, come appunto mostrano le sperienze di Coulomb, istituite da esso per assegnare il coefficiente della elettrica dispersione. In somma la dispersione d, analiticamente rappresentata, non ha l' algebrica forma Kt; bensì l' altra esponenziale $d = a(1 - e^{-bt})$, nella quale a rappresenta la carica, essendo b una costante. Vero è che quando il tempo è molto piccolo, può senza errore sensibile, applicarsi la prima, invece della seconda formola: infatti sviluppando in serie l' esponenziale, avremo

$$e^{-bt} = 1 - bt + \ldots\ldots ;$$

quindi la dispersione sarà espressa con $d = abt = kt$, essendo k una costante; ma non è questo il caso dell' autore, ove i due tempi sono molto diseguali

---

(106) Mem. citata, p. 6, lin. 4.

uno dall' altro. In *terzo* luogo si vede, che la dispersione non è conciliabile col modo d' integrazione, praticato dal ch. Battaglini, per ottenere la (i), base dell' analisi di esso, tanto nella memoria (P'), p. 7, li. 14, quanto nella nota (B), pag. 266, li. 2. In fatti la carica cercata, è dal medesimo autore, supposta sempre costante nel tempo della sperienza; e quando vogliasi tener conto delle perdite, il significato della formula medesima (i), dalla quale il Battaglini parte nella memoria (P'), e nella nota (B), si dovrebbe modificare. In questo caso il momento M_φ della leva, dovrebbe non solo essere funzione dell' angolo variabile φ, ma eziandio del tempo t; quindi la integrazione per la riferita formula (i), non potrebbe più condursi nel modo praticato, cioè nella ipotesi che non vi sia perdita veruna.

Potrebbe dirsi che tale difetto si può diminuire, coll'introdurre nella formula in proposito una carica *media*, capace di fornire, senza dispersione, il *medesimo* angolo β, che produce la carica cercata; la quale nel tempo della sperienza è variabile, a motivo della dispersione. Non vogliamo negare, che la esatta determinazione di questa carica media sia difficile; ma crediamo che il seguente ragionamento, riesca di qualche utilità per la determinazione stessa. Certo è che l'arco definitivo α, dipende soltanto dalla carica che possiede la leva, quando essa è ferma, cioè quando si misura l'angolo α; poichè questo è indipendente affatto dagl' impulsi che ricevette la leva, durante il suo movimento. Trattandosi però dell'arco impulsivo β, dobbiamo riflettere, che questo dipende principalmente dagl'impulsi *primitivi* ricevuti dalla leva, quando trovavasi poco lontana dai bracciuoli; quindi apparisce ad evidenza, che la carica media, si deve incontrare in un tempo minore, di quello corrispondente alla metà dell' angolo impulsivo β. Rifletteremo inoltre, che il tempo impiegato a percorrere quest' angolo, è già piccolissimo, od almeno può ridursi tale, con opportuno artificio. Poichè dice il ch. Palmieri (107). « Avendo fatto il dischetto di una laminetta » di alluminio molto leggiera, l' indice era spinto con soverchia vivacità, » in modo da non permettere all'occhio di accompagnarlo comodamente nel » suo cammino, ecco perchè preferii l' argento ».

Premesso ciò, facciamoci ad esporre il modo, col quale dovrebbesi eseguire, dietro le nostre viste, la correzione della perdita di elettricità, durante il tempo nel quale si compie dall' indice l' arco impulsivo β. Dicasi c la immaginata carica *media*, si esprima con x la carica *vera*, corrispondente al

(107) Mem. (P'''), pag. 4, lin. 11 salendo.

principio del moto, ed il tempo in cui la carica x iniziale, si riduce nella media c, per effetto della dispersione, si rappresenti con t; avremo

$$d = x(1 - e^{-bt}), \quad \text{donde} \quad x - d = e^{-bt}; \text{ ma } x - d = c,$$

dunque

$$c = xe^{-bt},$$

ove il coefficiente b può facilmente determinarsi, col metodo praticato già da Coulomb (108). Ora siccome gli archi impulsivi, si riguardano per ipotesi dell' autore, proporzionali alle cariche, quando non siavi dispersione; se con β' denotiamo l'arco impulsivo corrispondente alla vera carica x, nella ipotesi che non vi sia stata dispersione, mentre si descrive l'arco medesimo; e se con β indichiamo l' altro arco impulsivo dato dalla sperienza, e corrispondente alla carica media, nella medesima ipotesi; potremo stabilire le

$$c = \mathrm{H}\beta, \quad x = \mathrm{H}\beta',$$

essendo H una costante: quindi la equazione precedente, dovrà fornire la

$$\beta = \beta' e^{-bt}, \quad \text{donde} \quad \beta' = \beta e^{bt} \ldots\ldots (w_4)$$

Per conoscere da questa equazione completamente il valore di β', fa d' uopo avere il valore del tempo t, alla fine del quale s' incontra la carica media; perciò sarà evidentemente il tempo medesimo compreso fra t' e o; essendo t' il tempo, in cui si descrive l' arco β; quindi potrebbe stabilirsi prossimamente

$$t = \frac{t'}{2},$$

a simiglianza di quanto viene praticato nelle ricerche di questo genere. Certo però è che il valore assunto per t, poco si allontanerà dal vero; ma vi si allontanerà per eccesso, come fu esposto di sopra; cosicchè il valore di β', rappresentato dall' esponenziale βe^{bt}, dovrebbe riuscire troppo grande; quindi sarebbe assai miglior partito, porre t uguale ad una frazione di t', che sia minore di $\frac{1}{2}$.

Riconosciamo volentieri, che la maniera di correggere ora esposta, non

(108) Histoire de l' acad. Roy. des sciences, année 1785, pag. 618.

è del tutto rigorosa; però noi crediamo che sia sufficiente, per quei pochi casi della pratica, nei quali, secondo il ch. Palmieri, la correzione stessa deve farsi. La indicata nostra maniera, per lo meno è solidamente basata, e prende per punto di partenza il nostro analitico ragionamento che ora esponemmo, dal quale dipende la esatta deduzione della formula (w_4); mentre quello del nominato autore sul proposito, lungi da queste considerazioni, include ipotesi, che non possono in verun modo conciliarsi coi fatti, come fu esposto di sopra.

Inoltre deve riflettersi, che l'esposto alla pag. 6 della memoria (P'''), lin. 11, non è della chiarezza necessaria, per poterlo esaminare bene del tutto; ed in particolare non si vede perchè, posto l' arco impulsivo descritto nella metà del tempo, nel quale si giunge all'arco definitivo, si riguardino le correzioni di questi archi, proporzionali ai tempi, che corrispondono ad essi. La correzione ivi fatta dall'autore, potrebbe forse adottarsi, paragonando fra loro due archi definitivi, non molto differenti l' uno dall' altro, e descritti con tempi brevi a bastanza; ma non già nel caso di due archi uno impulsivo, l' altro definitivo, tanto diversi nel tempo in cui si compiono, e tanto diversamente influenzati dalla elettrica dispesrione.

In ogni modo si vede, che il tempo nel quale viene percorso l' arco impulsivo, deve riescire molto breve; quindi credo che, quand'anche non riesca seguire l'indice, per la sua troppo grande velocità, potremo per lo meno fissare, con qualche precisione, il grado nel quale si ferma. Laonde sembra che l'autore avrebbe operato meglio, se non avesse abbandonato l'alluminio; perchè con questo metallo assai leggiero, si potrebbero trascurare le perdite durante l' arco medesimo, senza temere un errore di qualche importanza.

Secondo la propria confessione, il ch. Palmieri può generalmente valersi, (P''') pag. 4, li. 6 salendo, degli archi impulsivi, per la misura delle tensioni, pei quali le perdite sono lievissime; quindi non vedo come asserisca egli, (P''') pag. 7, li. 4 salendo, che uno scopo della formula (g) del ch. Battaglini, sia stato appunto quello di giungere, mediante una formula, alla conoscenza delle perdite di elettricità nelle tensioni osservate. Ed in fatti nella memoria (P'), in cui prima comparve la indicata formula, non si fa punto menzione dell' indicato scopo; e solo dopo la mia memoria (V), si applicò la formula stessa, per valutare le perdite di elettricità; ma quest' applicazione, pubblicata la prima volta nella nota (B), pag. 267 del ch. Battaglini, non ha punto che fare colle mie critiche osservazioni, date in luce nell' anteriore memoria (V), Poichè 1° secondo il Palmieri, la correzione delle perdite, ha luogo

solo in qualche caso eccezionale; 2° perchè quando ha luogo questo caso, la correzione praticata dal Palmieri, è totalmente differente da quella prescritta dalla formule del Battaglini, essendo che il primo correge l' angolo impulsivo, (P'''), p. 6, li. 10, ed il secondo trova la perdita corrispondente all' arco definitivo, come anche vedremo nel paragrafo seguente. Però è da osservare, che se queste perdite non possono trascurarsi, e ciò sarebbe secondo il Palmieri un caso eccezionale di grande umidità, la formula (g) del Battaglini, non potrebbe punto servire ad assegnarle, per le ragioni esposte in questo paragrafo, circa il modo col quale dovrebbesi corregere la elettrica dispersione. Dopo tutto ciò facilmente si conclude che, supposta la proporzionalità tra l' arco impulsivo e la elettrica tensione, il mio consiglio per valersi di una formula, da cui la tensione si ricava direttamente dall' arco impulsivo, non era fuor di proposito; giacchè quando detti questo consiglio (109), non avea il Battaglini pubblicato l' altra formula, per ottenere le perdite, nella quale si fa oggi consistere uno dei due scopi di questo autore, asseriti nella (P''') stessa.

§. 27.

Ma prescindendo anche da questa mia conclusione, vediamo quale fiducia meriti la formola

$$k(f-f')=\frac{P\delta\Delta}{L}(\beta-\beta'),$$

per ottenere le indicate perdite, dedotta nella nota (B), pag 267. Ecco la di mostrazione che ne dà l' autore « La formola (4), (che noi denominammo con (g)), cioè la

$$\frac{\alpha(\beta-\alpha)}{\beta}=\text{tang}\,\frac{1}{2}\,\alpha,$$

» potrebbe servire a valutare le perdite di elettricità nel seguente modo. Sia
» τ il tempo scorso dall' istante della carica, sino a quello in cui l' indice si
» ferma; se β è l' angolo impulsivo osservato, ed il definitivo *osservato* è
» un angolo α', minore dell'angolo α corrispondente a β, dato dalla formula
» (4), indicando con β' l' angolo corrispondente ad α', dato dalla formula

(109) Mem. (V), §. 22, pag. 43, lin. 14.

$$\frac{\alpha' (\beta' - \alpha')}{\beta'} = \text{tang}\alpha' \ ,$$

» sarà β' l' angolo impulsivo corrispondente ad una certa carica f'; sicchè
» essendo per la relazione (2), (ossia (*b*),

$$kf = \frac{P\delta\Delta}{L}\beta \ , \qquad kf' = \frac{P\delta\Delta}{L}\beta' \ ,$$

» l' equazione

$$k(f - f') = \frac{P\delta\Delta}{L}(\beta - \beta'),$$

» servirà per valutare la perdita di elettricità $f - f'$ nel tempo τ. »

Quì si vede che l' autore vuole trovare la perdita, corrispondente all'arco *definitvo* α, e non all' impulsivo; perchè suppone che nell'arco impulsivo β, non vi sia stata perdita sensibile,altramente non potrebbe applicare la formula

$$kf = \frac{P\delta\Delta}{L}\beta,$$

e perchè la perdita $f-f'$,si riferisce al tempo τ,impiegato dall'indice,a raggiungere l'arco definitivo.Così fatta correzione, differisce da quella del Palmieri sopra indicata,ed analizzata;la quale consiste nel corregere l'arco impulsivo β; ed ognuno vede, che per l'autore medesimo, la osservazione dell'arco definitivo, è d' importanza secondaria, perchè secondo esso, vale soltanto a corregere in qualche raro caso l'arco impulsivo. Anzi possiamo dire, che la correzione dell' arco definitivo , si rende generalmente inutile; poichè supponendo senza errore l' arco impulsivo, ed anche la ipotesi della proporzionalità fra l' arco medesimo, e la carica primitiva , si troverebbe questa immediatamente secondo il mio consiglio adottato anche nella presente analisi dal Battaglini. Non vogliamo però dire che il conoscere la elettrica dispersione, sia generalmente parlando, senza utilità nelle elettrostatiche ricerche. Però certo è, che la formula

$$k(f - f') = \frac{P\delta\Delta}{L}(\beta - \beta') \ ,$$

data dal Battaglini per la indicata correzione, ha per base l'altra formula (4), ossia (*g*);perchè da questa esso deduce il valore di β' corrispondente ad α'. Ma le (4) non è dedotta esattamente per mezzo dell' analisi, come già fu da noi dimostrato a sufficienza; perciò sotto il punto di vista *analitico* , non può

avere alcun valore quella prima, che l'autore medesimo assegna per la correzione della perdita indicata. Del resto ci sembra, che per determinare le perdite di elettricità, vale a dire il coefficiente della elettrica dispersione, in vece di cercare nuovi metodi complicati, e soggetti a molte obbiezioni; si dovrebbe ricorrere a quello già stabilito da Coulomb (110), sviluppato e comprovato maggiormente dai moderni elettricisti, fra' quali Biot (111), e Riess (112). Questa nostra osservazione sarà bene assai ricevuta, quando riflettasi, che il migliore istromento per la determinazione indicata, consiste nella bilancia di torsione, sia questa unifilare, sia bifilare, appunto com'è l'ingegnoso elettrometro del chiarissimo Palmieri.

§. 28.

Nella memoria (P'''), il ch. Palmieri dice (113): « L'apparecchio a con» duttore mobile, tanto opportuno per lo studio della elettricità atmosferica ». A me sembra che questa opportunità, già da molto tempo sempre asserita dall'autore medesimo, si possa mettere in dubbio, fino a tanto non sia dimostrato, che nel conduttore mobile, non abbia verun effetto, la influenza della elettricità terrestre. Niuno potrà negare che sia la Terra un corpo elettrizzato, e niuno potrà negare altresì, che quando si allontani dalla Terra, o si avvicini ad essa un conduttore isolato, debba tenersi conto della influenza, che la elettricità terrestre, generalmente negativa, esercita sul conduttore stesso (114). Per conseguenza, quando un conduttore isolato si allontana dalla Terra, deve manifestare la elettricità opposta di quella che appartiene ad essa; come appunto avviene, allorchè un indotto isolato, avendo perduto a motivo della dispersione, parte della omonima della inducente, si allontana da questa. Esso quanto più si allontanerà dall' inducente medesimo, tanto più manifesterà l'elettrico eteronimo di quello che induce. Inoltre quando un conduttore isolato si avvicini alla Terra, dovrà sempre manifestare una elettricità omonima di quella che appartiene alla

---

(110) Histoire de l'académie roy. des sciences, année 1785, pag. 615... 634.
(111) Traité de phy. expér. Paris 1816, t. 2, p. 244.
(112) Die Lehre von der Reibungselektricität, Berlino 1853, t. 1, p, 119.
(113) Pag. 1, lin. 1.
(114) Annales de chim. et de phy., 3.e série, vol. 4.°, pag. 389, p. 402, li. 14, et p. 429, (3°). — Kaemtz, Cours complet de météorologie. Paris 1843, pag. 495, li. 22.

Terra inducente, appunto come avviene, quando un indotto isolato avvicinasi alla inducente; cosicchè quanto più si avvicinerà esso alla medesima, tanto più l'indotto manifesterà elettrico omonimo di quello che induce. Da ciò discende che la elettricità manifestata da un conduttore isolato mentre sale, o scende nell'atmosfera, deve necessariamente risentire gli effetti dalla influenza elettrica terrestre sul medesimo; e perciò questo mezzo non pare opportuno, a studiare quella elettricità, che *unicamente* appartiene all'atmosfera; ma bensì l'altro, consistente in un conduttore *fisso*, e bene isolato coll'associazione di un condensatore, opportunamente disposto, e adoperato con le dovute cautele.

§. 29.

Sarà utile qui riferire tanto le opinioni ed i ragionamenti, quanto le sperienze dei fisici, da cui viene posta in evidenza la elettricità della terra; poichè da questo fatto discende, come ora fu indicato, la incompatibilità del conduttore mobile, per l'elettro-atmosferiche ricerche.

Sperienza 1.ª Ho costrutto un tubo metallico a guisa di cannocchiale, sostenuto da un manico isolante, quindi sviluppato il tubo stesso in tutta la sua maggiore lunghezza, lo posi a contatto, colla esterna parete di un corpo comunicante col suolo. Dopo ciò raccorciai questo cannocchiale, riducendolo alla minore sua lunghezza, ed avendolo fatto così comunicare col bottone di un elettroscopio a pile secche, si ebbero sempre indizi di elettricità negativa.

Se ripetasi questa medesima sperienza, ma invece di far comunicare il cannocchiale, ridotto alla sua minore lunghezza, con un elettroscopio, come nella sperienza precedente, facciasi comunicare col condensatore a pile secche, posto dentro una camera metallica chiusa, otterremo lo stesso risultamento elettro-negativo, ma un poco più pronunciato.

Sperienza 2.ª L'estremo *inferiore* di un elettrometro atmosferico a punta *fissa*, disgiunto dall'estremo superiore, si fece comunicare con un piattello del condensatore a pile secche, mentre l'altro piattello comunicava colle interne pareti di una camera metallica chiusa, ed ottenni sempre manifestazione di elettricità negativa.

Sperienza 3.ª Sull'estremo *superiore* di un conduttore isolato, come quello di un elettrometro atmosferico fisso, posi una fiamma; questa per mezzo del condensatore manifestava nei tempi ordinari elettricità positiva, sebbene quell'estremo, senza fiamma, la manifestasse negativa. Però congiungendo l'estremo

stesso coll' *inferiore*, cioè col suolo, la fiamma posta sul medesimo, dava la elettricità negativa, ossia la terrestre. Da tutto ciò si conclude, che lo stato elettrico della Terra è negativo.

Per avere un'altra prova della elettricità negativa terrestre, non che della sua influenza sui conduttori salenti, si osservi che nell'estate alle 3 pom., la elettricità positiva ottenuta colla fiaccola fissa di alcool, e a doppia corrente, riesce tanto forte, che se ne può caricare una bottiglia di Leida. Tutta via posto il conduttore fisso in comunicazione col suolo, mentre la stessa fiaccola, a doppia corrente, sta sopra il medesimo, si ha l' elettricità negativa. Ciò prova che il positivo, benchè fortissimo, dato dalla fiaccola, non può superare il negativo terrestre; e che la terra per conseguenza è un corpo elettrizzato negativamente, il quale deve influire sui conduttori salenti: questi perciò non sono adatti per l'elettro-atmosferiche ricerche.

Le tre mie sperienze che abbiamo indicate, sono di estrema delicatezza; ed è indispensabile per le medesime, in specie per la prima, che il sostegno dell'elettroscopio a pile secche, sia perfettamente fisso, e che la divergenza della foglia d' oro sia riconosciuta, per mezzo di un buon microscopio a cannocchiale, basato esso pure solidamente, e munito di un micrometro nell'oculare, con molte altre cautele, facili ad essere immaginate.

Dobbiamo inoltre osservare in *primo* luogo, che l'acqua non distillata, evaporando, produce uno stato elettro-negativo nei corpi bagnati da essa; perciò la Terra deve generalmente manifestare questo medesimo stato elettrico, essendo la evaporazione che parte dalla superficie terrestre, prodotta da un' acqua, la quale avendo bagnato il suolo, contiene in soluzione molte sostanze. In *secondo* luogo, la Terra essendo un solenoide, deve per necessità essere un corpo elettrizzato. In *terzo* luogo, quei fisici che ammettono una induzione *positiva* sulla Terra, per parte degli strati superiori atmosferici, e che riguardano la elettricità *indotta* possedere tensione, debbono anche ammettere la Terra elettro-negativa in quella sua parte, che si oppone all'atmosfera inducente. Quindi essi, (ma non coloro che negano alla indotta la facoltà d' influire), debbono ammettere che, per questa ragione, la Terra induce negativamente sui corpi dalla medesima isolati, e perciò debbono concedere altresì, che un conduttore salente, dev'essere influenzato dalla elettricità tellurica, e che non può dare la vera elettricità dell'aria.

Le ricerche da me fatte sulla elettricità dell'atmosfera (115), mi condussero necessariamente a indagare la elettricità della Terra, per la quale avviene, quando non vi sono temporali, che un corpo isolato si carica sempre di elettricità positiva, o negativa, secondo che nell'aria libera salga o scenda. Da ciò si deduce facilmente, che le sperienze elettro-atmosferiche, debbono eseguirsi a conduttore fisso, e non a conduttore salente, perchè la elettricità mostrata da questo, devesi ripetere dalla tellurica, in massima parte. Per mezzo del conduttore fisso, riconobbi già (116) il periodo *qualitativo* diurno della elettricità atmosferica; cioè il passaggio di questa dal negativo matutino, o vespertino, al positivo circa il meriggio; fenomeno che, quando ha luogo, non può manifestarsi al conduttore salente, il quale nei giorni senza perturbazioni notevoli atmosferiche, dà sempre il positivo: in appresso torneremo su questo fatto elettro-atmosferico rimarchevole assai. L'indicato periodo, che forse in alcune stagioni, od in alcune località troppo elevate, potrà per qualche tempo mancare, o non esser quotidiano, fu da me coll'asta frankliniana, cioè fissa, verificato sull'edificio della università romana, all'altezza di $45^m,39$ dal livello del mare, ed anche sul casino dell'Aurora, nella celebre villa Ludovisi; ove la punta del conduttore fisso, appartenente all'elettrometro atmosferico, da me ivi stabilito, con gentile permesso del sig. principe di Piombino, è alta 95 metri sul livello del mare. Qui si avverta che sempre il conduttore fisso, fu da me associato al condensatore a pile secche, e che il periodo *qualitativo* elettro-atmosferico, da me riconosciuto per la prima volta, fu incontrato eziandio nelle osservazioni meteorologiche, fatte nell'osservatorio di Palermo, col conduttore fisso, congiunto al condensatore. Ciò risulta dai registri pubblicati nel bullettino meteorologico del reale osservatorio stesso, che si riferiscono ai mesi, a cominciare dal marzo, e terminare col dicembre del 1865; però nei registri medesimi, nulla si dice di questo periodo qualitativo, il quale apparisce in essi ad evidenza. Che se le osservazioni si fossero ivi fatte anche nelle ore dopo mezza notte, specialmente nelle ore matutine, i negativi sarebbero stati più frequenti. Del resto non sappiamo per quale cagione, le ricerche elettro-atmosferiche a con-

---

(115) Comptes Rendus, t. 51, an. 1860, p. 94; t. 52, an. 1861, p. 875; t. 53, an. 1861, p. 236; t. 57, an. 1863, p. 915; t. 58, an. 1864, p. 629. — Atti dell'accad. pontif. de' Nuovi Lincei, t. 13, sessione 6.ª del 5 marzo 1860, p. 330; t. 14, sessione 4.ª del del 3 marzo 1861, p. 270; t. 14, sess.ᵉ 6.ª del 5 maggio 1861, p. 357; t. 17, sess.ᵉ 5.ª del 3 aprile 1864, p. 249.

(116) Comptes Rendus, t. 57, an. 1863, p. 915.

duttore fisso, abbiano cessato in quell' interessante osservatorio; forse per sostituirvi le sperienze a conduttore mobile. Ma per escludere un metodo, ed introdurne un altro, sarebbe stato utile far conoscere le ragioni della esclusiva per l'uno, e della introduzione per l'altro.

§. 30.

La Terra essendo elettrizzata, era naturale cercare lo stato elettrico delle mura di un fabbricato, le quali debbono partecipare alla elettricità nel nostro globo, su cui sono esse basate (117); e ciò deve specialmente manifestarsi, negli estremi superiori delle mura stesse, giacchè la distribuzione dell'elettrico, non dev'essere la medesima in tutta la superficie loro, cioè dev'essere maggiore nelle parti elevate, e minori nelle depresse (*): inoltre può la elettricità medesima, variare anche di natura da un estremo all'altro. Colle mie sperienze riconobbi (118), che in alcuni muri laterizi, di qualche fabbricato in Roma, poteva ottenersi una elettrica corrente; questa, in un muro della università romana, produceva sull' ago astatico di un galvanometro a dodici mila giri, una ben sensibile deviazione, dirigendosi dall' alto al basso. Ciò si ottiene facendo comunicare gli estremi di *platino* dei roofori del citato galvanometro, con due punti del muro stesso, fra loro a bastanza distanti. Questa corrente, cresce d' intensità, col crescere la distanza fra gli estremi, uno superiore, l'altro inferiore (119).

Il ch. prof. Matteucci, nel 1859, concluse direttamente da una sua sperienza, fatta coll'elettroscopio sopra un monte, che la superficie terrestre si mostra sempre negativa (120). Quindi nel 1864, lo stesso distinto fisico, in un modo simile a quello, di cui mi ero già valso anteriormente, cioè nel 1863, per giungere a questa medesima conseguenza (121), confermò l' indicato risultamento, valendosi cioè della elettrica corrente, fra due punti del nostro globo, di vario livello (122) fra loro. Questi due punti per me furono la sommità di

---

(117) Comptes Rendus, t. 58, an. 1864, p. 632, li. 19.

(*) Ann. de chim. et de phy., 3.ᵉ série, t. 4.°, an. 1842, p. 429, (5°).

(118) Atti dell'accademia pontificia de' Nuovi Lincei, t 17, an. 1863, pag. 54.

(119) Comptes Rendus, t. 57, an. 1863, pag. 916 (2.°).

(120) Archives des sciences phy. et nat. de Genève an. 1859, t. 6.°, p. 277 (nouvelle période).

(121) Comptes Rendus, t. 57, an. 1863, p. 916.

(122) Comptes Rendus, an. 1864, t. 58, p. 949, vedi anche il Nuovo Cimento, t. 18, an. 1863, pag. 338.

un muro, e la sua base; mentre pel prof. Matteucci, furono la vetta di un monte presso Torino, e la pianura sottoposta. Trovammo ambedue, per siffatto modo, ma in epoche diverse, la esistenza di una elettrica corrente fra i medesimi punti. Del resto, l'una e l'altra corrente, si mostrò a noi costante; però quella da me osservata, per mezzo dei due roofori di platino, posti semplicemente a contatto, uno sulla esterna ed elevata superficie del muro, l'altro sulla sua base, ossia sul suolo, era diretta dall'alto al basso; mentre quella del Matteucci, era diretta in opposto. Non mi sembra però impossibile, che queste due contrarie direzioni, possano accordarsi collo stato negativo della terra; l'uso del *condentore*, adoperato convenientemente, potrà decidere tale quistione, e ripetendo la sperienza in più luoghi, potrà l' istromento stesso, meglio dichiarare le cause del fenomeno di cui parliamo.

A me, per ottenerne la manifestazione della indicata corrente, non fu necessario mettere ambo gli estremi di platino del filo sotterra, ma bastò che ambedue fossero in contatto dei due punti, distanti l'uno dall'altro per diversità di livello; e la corrente si mostra più intensa, quando la base del muro, e la sua sommità sono ricoperti di una lamina metallica, sufficientemente larga. Ciò costituisce una differenza notevole, fra il mio modo di sperimentare, e quello del ch. Matteucci. Questo dotto fisico tornò sul medesimo soggetto (123), per trovare principalmente la relazione, che potrebbe aver luogo, fra le indicate correnti, e la elettricità dell'atmosfera. Ma, rigorosamente parlando, in questo lavoro, non si sperimenta sulle correnti del solenoide tellurico, bensì sulle tensioni elettriche, fra due stazioni della superficie terrestre, di livello assai differente fra loro. Ogni volta infatti che si congiungano, con un filo metallico isolato, due punti della superficie terrestre, livellati assai diversamente, se ottengasi una elettrica corrente, non si può concludere che la medesima esisteva prima della indicata metallica congiunzione; perchè questa corrente, può anche nascere dalla sola diversità delle tensioni elettrostatiche di que' due punti, od anche dalla diversa natura della elettricità nei punti stessi, quando si congiungono fra loro.

Dice il ch. Matteucci (124) « en laissant une seule des extrémités de la » ligne en communication avec l'électrode et la terre, et l'autre dans l'air, je » n'avais jamais aucune trace de courant, même en employant un galvano-

(123) Comptes Rendus, t. 59, an. 1864, p. 511.

(124) Luogo citato, p. 513, li. 7.

» mètre de 24000 tours ». Questo risultamento fu da me annunciato molto prima, quando pubblicai, che niuna corrente avevo, se un estremo del filo comunicava colla Terra, e l'altro colla punta isolata dell'elettrometro atmosferico frankliniano (125).

Quanto ha trovato il Matteucci riguardo alla relazione dell'atmosferica elettricità (126), colle correnti fra due punti sulla superficie del nostro globo, non ha che fare colle relazioni fra il magnetismo terrestre, e la elettricità dell'atmosfera; perchè le variazioni dell'ago magnetico , in queste sperienze del nominato fisico, sono effetti di correnti, prodotte dalla diversità di tensione, le quali agiscono direttamente sull'ago magnetico; diversità che può esistere, senza turbare il magnetismo del nostro pianeta.

Dice lo stesso fisico (127) « Lorsqu'on a un fil métallique tendu sur le » sol, isolé de celui-ci, et dont les extrémités communiquent avec la terre dans » deux points à des hauteurs différentes , un courant électrique circule co- » stamment dans ce fil, dont la cause ne peut être attribuée, ni à des actions » des électrodes, ni à celles des couches terrestres où ils sont plongés ». Tutto ciò coincide colle sperienze da me pubblicate prima (128).

Dice l'autore medesimo (129). « Ce courant est costamment dirigé dans » le fil métallique du point plus bas au plus haut, et son intensité est plus » grande dans les lignes plus longues et dont la différence de niveau des ex- » tremités est plus grande ». Nelle mie citate sperienze anteriormente istituite, la direzione della corrente fu contraria; ma nel resto mi trovo perfettamente d'accordo coll'autore stesso, in ispecie riguardo al fatto, che la corrente abbia maggiore intensità, quando è maggiore il dislivello fra i due punti (130).

Si dice ancora nel medesimo luogo (pag. 516) « ce phénomène qui me » paraît du à l'electricité terrestre . . . » questa conseguenza fu prima da me dedotta (131) colle sperienze sulle correnti di cui parliamo. Quindi è che il

---

(125) Comptes Rendus, t. 57, an. 1863, pag. 916, (4.°).

(126) Comptes Rendus, t. 59, an. 1864, p. 513, li. 21. e seguenti.

(127) Opera citata, p. 515, li. 6, salendo.

(128) Comptes Rendus, t. 57, an. 1863, p. 916. Atti dell'accademia pontificia de' Nuovi Lincei, t. 17, an. 1863, p. 54, e pag. 98.

(129) Comptes Rendus, t. 59, an. 1864, p. 515, lin. ultima.

(130) Comptes Rendus, t. 57, an. 1863, pag. 916, (2.°).

(131) Idem, t. 57, p. 915, li. 10, salendo, e pag. 916, li. 12 — t. 58, p. 632, li. 20.

ch. Matteucci giustamente, in una sua comunicazione più recente (132), conclude a questo modo « il me paraît toujours plus probable que ces courants » sont en correlation avec l'état électrique de la terre, et de l'atmosphère ; » et que les lois de ces courants dépendent de la distribution de cet état éle» ctrique suivant la latitude, la hauteur, la nature et la conformation du sol ».

Però a dire il vero, la corrente fra due punti terrestri dislivellati, fu riconosciuta prima di tutti da Peltier (133), mediante il galvanometro, coi fili di platino; ed esso ne concluse giustamente lo stato elettrico della terra. Perciò la priorità in queste ricerche devesi a Peltier, ed agli altri si deve la conferma dei risultamenti avuti dal medesimo elettricista. Lo stato elettrico fu da me dedotto, annettendo il rooforo di platino che tocca il suolo, ad uno dei piattelli del condensatore a pile secche, e facendo comunicare l'altro piattello, con uno stato elettrico *sensibilmente* neutrale, come sarebbe l' interno di una camera metallica tutta chiusa; ed io credo, che senza il concorso del condensatore, non possa decidersi la *natura* della elettricità; giacchè la sola direzione della corrente, non basta per questo fine.

§ 31.

Il ch. prof. A. De la Rive, riconosce in più luoghi delle sue pubblicazioni, che la Terra trovasi elettrizzata negativamente; ma in particolar modo nella sua memoria intitolata « Quelques considérations sur les courants éle» ctriques terrestre (134) », nella quale giova notare che l'autore medesimo dice (pag. 106) « Il est évident que leur existence tient à ce que l'électri» cité négative du sol doit avoir une tension plus grande sur un lieu élevé,

(132) Comptes Rendus, t. 63, an. 1866, p. 857.

(133) V. Becquerel, Traité d'électricité et du magnetisme, t. IV. Paris 1836, p. 107— V. *La Science*, t. 2.°, n. 92, p. 735, an. 1856 — V. Élem. de phy. terrestre et de météorologie par E. Becquerel. Paris 1847, p. 462 — V. Mémorie coronate dall'accad. di Bruxelles, t. XVI, an. 1843, p. 54.

(134) Archives des scien. phy. et mat. Genève 1865, nouvelle période, t. 22, p. 99 e seguenti — Vedi anche la memoria intitolata « Nouvelles recherches sur les aurores boreales ». Archives des scien. phy. et nat. de Géneve, an. 1862, t. 14, p. 1, lin. 30; p. 24, lin. 22; e p. 124, lin. 23 — V. anche i medesimi Archives, nouvelle période, t. 22, an. 1865, p. 107, lin. 20 — Traité d'électricité théorique et pratique, t. 3.° Paris 1858, p. 673, lin. 5 salendo.

» que dans la plaine et cette difference de tension peut donner naissence à
» une courant d'électricité négative *descendant* (*vale a dire dall'alto al basso,*
» *come nelle mie sperienze si è verificato*), ou ce qui revient au même, à une
» courant d'électricité positive *ascendant*, si l'équilibre est troublé par l'in-
» fluence d'électricité atmosphérique ».

E qui osserveremo di nuovo, che per decidere la *natura* dell' elettrico, non basta conoscere la direzione della corrente, prodotta da esso, quando si congiungono metallicamente due stazioni terrestri, aventi livello differente; ma fa d'uopo, come io feci, adoperare il condensatore, per assegnare con certezza la natura dell'elettrico, nelle stazioni stesse; quindi è che la natura della elettricità terrestre, senza l'uso del condensatore, non può discendere dalla sola direzione della corrente. Laonde sebbene Peltier sia stato il primo a riconoscere la corrente di cui parliamo, non perciò da questo solo fatto si può rigorosamente argomentare la *natura* dell' elettrico terrestre : dicasi lo stesso degli altri posteriori sperimenti che furono in simile guisa istituiti.

Il medesimo illustre autore, si espresse in proposito anche a questo modo
» Il est maintenant généralement admis que dans l'état normal, l'atmosphère
» est chargée d'électricité positive, et que cette électricité va en croissant à
» partir de la surface du sol, où elle est nulle, jusqu'aux plus grandes hau-
» teurs qu' on ait pu atteindre. Le globe terrestre , par contre , est chargé
» d'électricité négative; c'est ce que prouvent une grand nombre d'osserva-
» tions les une directes , les autres indirectes . . . . . C'est ce que démontre
» d'une part la forte électricité positive que l'air possède à ces grandes hau-
» teurs, et d'autre part l'attraction qu'exercent les montagnes , en vertu de
» leur électricité négative, sur les nuages positifs de l'atmosphère (135) ».

Quando le pile secche, si pongono con un loro polo, a comunicare col serbatoio comune, il sig. Donné crede, che sieno influenzate dallo stato elettrico della Terra (136). Ed in fatti se due pile secche sieno costruite ugualmente, stando l'una e l'altra in contatto del suolo coi poli fra loro contrari, come avviene appunto nell'elettroscopio di Bohnenberger, il polo superiore positivo dell'una si trova quasi sempre meno energico del negativo dell' altro. Quindi è che nel elettroscopio medesimo , affinchè la foglia d'oro si trovi nella verticale , non basta che le due pile sieno *equalmente* costrutte ; ma fa d'uopo che il polo

(135) Le Moniteur scientifique, t. 9.° an. 1867, p. 598 et 599.

(136) Enciclopedica portatile meteorologia. Milano senza data, p. 276, puntata 24.

superiore negativo di una, sia collocato a distanza maggiore di quella, che corrisponde al polo positivo superiore dell'altra, rispetto la foglia stessa; ed è perciò che negli elettrometri da me adoperati, le pile secche possono, per mezzo di due viti, allontanarsi disegualmente dalla foglia d'oro. Le osservazioni fin'ora indicate, dimostrano che la Terra è negativa, senza che si abbia bisogno di un punto neutro, contro quello che fu asserito (137), come in appresso con maggiore sviluppo dimostreremo, e come risulta da quanto precedentemente ho pubblicato (138).

Per provare che la elettricità della Terra entra, sempre nelle considerazioni elettro-atmosferiche, si osservi che Peltier spiega lo stato elettrico dei *brouillards* elettrici, mediante la elettrica influenza combinata fra quella terrestre, e l'altra delle regioni atmosferiche superiori (139). L'autore medesimo nel considerare la formazione delle nubi elettriche, non solo riconosce che la Terra si trova elettrizzata negativamente, ma eziandio ritiene, che la superficie del nostro globo possegga una elettrica tensione assai forte (140). Presso quei fisici, che hanno esattamente sperimentato, è così certo essere negativo lo stato elettrico della terra, che Peltier (141) fra questi, attribuisce allo stato medesimo, la origine tutta della elettricità che appartiene all'atmosfera. Però a me sembra dovervisi aggiungere la elettricità positiva dei vapori, che si sollevano dalla Terra, i quali divengono positivi tanto nel separarsi dall'acqua contenente sali (142), quanto coll'ascendere nell'aria, per la elettricità di *abbandono*, che si sviluppa in essi, a motivo della elettro-negativa induzione, procedente dalla Terra; la quale induzione abbandona tanto più la elettricità positiva già vincolata nei medesimi, quanto più questi si allontanano dalla Terra. Inoltre a me sembra, che appunto per essere la Terra elettro-negativa, non avrebbe mai dovuto Peltier far uso di un elettrometro salente; ma bensì di un conduttore fisso, ed annesso ad un condensa-

---

(137) Bullettino meteorologico, t. 1, num. 7 del 31 maggio 1862, pag. 51, li. 2.

(138) Comptes Rendus, vol. 57, séance du 30 8bre 1863, p. 915 — Cosmos, vol. 19, 21.ª livraison, 22 novembre 1861, p. 585.

(139) Mémoires des savants étrangers de l'académie de Bruxelles, t. 15, 2.ª partie. — V. anche Kaemtz, pag. 114.

(140) Comptes Rendus, t. 12, pag. 307. — Annales de chimie et de phy., 3.ª serie, t. 4.ª — Mémoires couronnés de l'académie Roy. des sciences de Bruxelles t. 16, an. 1843, pag. 90, li. 10.

(141) Opera ultima citata, p. 53, e 54.

(142) Pouillet. Élem. de phy. expérim. T. 2.° Paris 1856, p. 794, li. 15.

tore, onde sempre ottenere manifestazioni della vera elettricità dell'atmosfera, e non modificata dalla influenza terrestre.

Abbiamo veduto che vi sono delle sperienze, le quali mettono fuori di ogni dubbio, la esistenza della elettricità terrestre. Una di queste già indicata (§ 30), fatta dal Peltier (143), ed anteriore a quelle tanto mie, quanto del ch. Matteucci, consiste nel collocare uno degli estremi del filo di platino (144), appartenente ad un galvanometro, in una posizione umida del suolo, e l'altro estremo del filo stesso in una sua parte secca, od anche in un frabbricato, costrutto nel medesimo luogo. La parte secca del terreno, o del fabbricato, a causa della sua minore conducibilità, essendo meno carica di elettrico della parte del suolo umido, l'equilibrio di questo agente dovrà, mediante il filo metallico intermedio, stabilirsi ; e dovrà perciò risultarne un'azione sull'ago magnetico. Per mezzo di questa corrente, il Peltier si assicurò, che nei tempi sereni il suolo è costantemente negativo, a tensioni differenti, secondo lo stato igrometrico, e la temperatura dell'aria. Questa conclusione fu anche da me dedotta, per mezzo di un esperimento simile al precedente ; ma di più con aver fatto uso del condensatore a pile secche, come già fu dichiarato in avanti (§ 30).

Peltier dimostra sperimentalmente (145), che mettendo un elettroscopio, prima in comunicazione con un corpo elettrizzato , ed allontanandolo poscia dal medesimo, quello diverge con una elettricità opposta dell' altra di cui si era caricato il corpo. Il contrario si verifica quando, fatto prima comunicare il corpo coll'elettroscopio, questo isolato avvicinasi al corpo stesso; purchè in tal caso, la divergenza dimostra una elettricità omologa di quella del corpo. Da questi fatti osservati da Peltier, discende, che la Terra si trova elettrizzata negativamente, appunto perchè sollevando un elettroscopio, questo diverge mostrando elettricità *positiva*, ed abbassandolo mostra colla sua divergenza una elettricità *negativa*. Noi ricorriamo a questa sperienza, perchè serve bene a dimostrare la influenza che subisce il conduttore salente dall'elettricità terrestre, per lo che non può adoperarsi, nelle ricerche di elettricità atmosferica. Laonde chiaro apparisce, che noi dalla sperienza stessa concludiamo tutto all'opposto, di quello ne concluse lo stesso Peltier, in quanto concerne la elettricità dell'aria.

---

(143) Traité de l'électricité et du magnetisme par M.r Becquerel, t. 4.°, pag. 107. — V. anche Élem. de phy. et de météorologie par E. Becquerel. Paris 1847, p. 462 — et La Science, t. 2.°, n. 92, p. 735, an. 1856.

(144) Mém. couronnés de l'acad. de Bruxelles, t. 16, an. 1843, p. 54.

(145) Ann. de chim. et de phy., 3.e série, t. 4.°, avril 1842, p. 396, §. 20.

Il Belli, ritiene che la terra sia elettrizzata (146), e che la natura di questa elettricità sia spesso negativa. Se leggasi bene quanto sul proposito riferisce questo distinto fisico, vedremo che le osservazioni da esso riportate, si accordano in preferire il conduttore isolato e fisso, al salente; preferenza che in appresso verrà sempre più dimostrata.

Il chiarissimo Matteucci, riguarda esso pure la Terra qual corpo elettrizzato negativamente (147).

L' illustre fisico A. C. Becquerel dice « Il suolo essendo più o meno umido, conduce inegualmente, sebbene a sufficienza, la elettricità che gli è inerente (148) . . . . La Terra è elettrizzata negativamente (149). Tutti i corpi collocati sulla superficie terrestre, partecipano allo stato elettrico di essa, che tanto più cresce, quanto più sporgano da questa superficie (150). Il medesimo autore dice inoltre, che a fine di rendersi conto delle variazioni subite dalle elettricità dell' atmosfera, bisogna riflettere, che questa e la Terra, essendo costantemente in due stati elettrici *contrari* fra loro; le due elettricità devono combinarsi continuamente negli strati d'aria inferiori, sino ad una certa elevazione, mediante i corpi situati alla superficie del suolo (151).

Lo stesso fisico continua dicendo « quanto allo stato *negativo* del suolo, basta collocare uno dei due estremi del filo conduttore di platino di un moltiplicatore, in una parte secca del terreno, o di un luogo molto profondo, e l'altro in una parte secca del terreno, o di un fabbricato ivi eretto. Peltier si è assicurato a questo modo che il suolo è costantemente negativo; però a differenti gradi, secondo lo stato igrometrico, e la temperatura dell'aria (152).

Becquerel ancora dice (153) « Sous un ciel serein, l'air se comporte tou-
» jours comme s' il était électrisé positivement et la terre comme si elle l'était
» négativement. On constante l'état négatif de la terre, en plaçant l'un des

---

(146) Corso elem. di fis., vol. 3.°, pag. 709...717.

(147) Comptes Rendus, t. 49, an. 1859, p. 462. — Nuovo Cimento, t. 18, an. 1863, p. 338. — Archives des scien. phy. et nat. de Genève, nouvelle période, t. 6.°, an. 1859, p. 277. — Traité de l'électricité par M. A. De la Rive, t. 2., p. 594. Paris 1856.

(148) Élem. de phy. terrestre et de météorol. Paris 1847, p. 468.

(149) Idem.

(150) Ibidem, p. 469.

(151) Opera citata, p. 462.

(152) Ibidem.

(153) La Science. N. 92, pag, 735, an. 1856, 2.° année.

» bouts en platin du fil conducteur d'un multiplicateur dans un lieu humide
» et profond, l'autre dans une partie sèche du terrain ou d'un bâtiment y attenant. En experimentant de cette manière Peltier s'est assuré, que le sol
» est costamment negatif, mais à des degrés differents, suivant l'état hygrometrique et la temperatur de l'air. Quand le bout exterieur du fil du multiplicateur est libre dans l'air, l'appareil n' accuse pas toujours de courant,
» à raison probablement de la mauvaise conductibilité de l'air ; la déviation
» n'a lieu que lorsque la tension est très forte ou que l'aire est suffisamment
» humide. Il faut faire attention en autre à la polarisation des deux bouts
» du fil en platin ou de lames de même métal, qui s'y trouvent fixées, laquelle
» polarisation se manifestant peu d' instants après que le circuit est fermé,
» masque les effets que l' on veut observer. Le seul moyen de la détruire
» est de rétirer les bouts ou les lames de platin des lieux d'observation, de
» les laver d'eau destillée, de les faire rougir et de les mettre ensuite en place ».

Conveniamo in generale coll' autore ; osserviamo però non potersi lo stato negativo della Terra, concludere mediante il solo moltiplicatore; poichè osservando col medesimo una corrente che va dall'alto al basso, non possiamo concludere altro, che l'estremo inferiore del filo, possiede una tensione minore di quello collocato sopra, e perciò questa potrebbe ancora essere per tutto positiva, o negativa, od anche +.ª sotto, e —.ª sopra. Quindi a mettere fuori di dubbio lo stato negativo del suolo, si deve ognuno, come già indicammo (§ 30), servire soltanto dell'elettrometro semplice, o condensatore se occorra. In quanto alla indicata polarizzazione, conveniamo ancora con esso in astratto, però crediamo, che la medesima non sarà percettibile nel caso considerato, atteso la poca umidità che contengono le mura.

Lo stesso Becquerel dice inoltre : che le cause dalle quali si svolge la elettricità sulla superficie terrestre, sono : 1.° la respirazione delle piante; 2.° il contatto della Terra e delle acque dolci e salate, oltre quello delle acque salate colle dolci; 3.° la decomposizione delle materie organiche nell'acqua e nella Terra; 4.° forse anche il contatto delle acque fredde e delle calde nei mari.

Anche il Prechtl ammette che il nostro pianeta si trovi elettrizzato negativamente (154).

Il ch. sig. W. Thomson conferma lo stato elettro-negativo della Terra, dicendo « Il a été reconnu que la surface de la terre par un temps serein et

(154) Gehler Physikalisches Worterbuch, t. 6, p. 508, e seguenti. Leipzig 1831.

» dans la plus part des localités observées jusqu'à ce jour, est le plus souvent » chargée d'électricité résineuse ou negative. La connaissance de ce seul fait, » pourrait faire supposer, que la terre est simplement un globe isolé flottant » dans l'espace et électrisé tout entier resineusement (155) ». Inoltre dal modo col quale il nominato fisico applica il suo nuovo elettrometro, viene dimostrato chiaramente, che la Terra possiede una elettricità sua propria (156).

Questo fisico nella seduta settimanale del 10 maggio 1860, dell' istituto R. della Gran Brettagna, si espresse a questo modo « Si è riconosciuto che » la superficie della Terra, con un cielo sereno, e nel maggior numero dei » luoghi ove le osservazioni sono state fatte, si carica di elettricità resinosa » o negativa (157).

Il ch. prof. Palmieri, riguardo alla elettricità della cenere del Vesuvio, che ricade sulla Terra, così parla « pare che la cenere prenda elettricità ne- » gativa pel fatto del cadere, dopo di aver perduta nell'ambiente la elettricità » positiva che aveva col fumo, onde se cade da piccola altezza, facilmente col » cadere giunge solo a neutralizzare la elettricità positiva che aveva... (158)». Perciò la cenere in proposito, sebbene assuma elettricità positiva salendo, pure, se il tempo in che resta sospesa nell' aria sia bastevole, si può ridurre al- l'elettrico equilibrio coll'ambiente, ma poi cadendo può elettrizzarsi negativa- mente. Da queste osservazioni risulta che i corpi salendo riduconsi elettro- positivi, e scendendo manifestano elettricità negativa, per effetto della tellurica induzione.

Dice anche il ch. Palmieri « La tensione che si ha nel discendere, è sem- » pre contraria a quella che si ha nel salire, ma non sono eguali, il che » pare che derivi dall' essere il conduttore mobile non simmetrico, ai due » estremi (159) ». Questa osservazione fu già fatta dal Peltier con maggior

---

(155) Archives des scien. phy. et nat. de Genève, t. 11, an. 1861, p. 222. — V. anche Nuovo Cimento, t. 16, an. 1862, p. 103 nota. — Vedi anche Annales de chim. et de phy., 4.ª série, an. 1866, t. 7.°, pag. 158 e 160.

(156) Les Mondes, t. 3, science pure, p. 762.

(157) Vedi la Nota del ch. Palmieri, Sulla origine della elettricità dell'atmosfera, p. 14, estratta dal Rendiconto della R. accad. delle scienze di Napoli, fascicolo 2, del giugno 1862.

(158) Intorno all' incendio del Vesuvio... Relazione per cura dell'accad. Pontoniana. Napoli 1862 (stamperia della R. Università), pag. 19 e 20.

(159) Nuove modificazioni arrecate al conduttore mobile. Napoli 1866, pag. 8, li. 15 salendo.

precisione, dicendo egli, che alla discesa corrisponde l' effetto minore (160). Però è da osservare che siccome alla discesa corrisponde lo sviluppo di elettricità negativa, la quale si disperde più della positiva, così è facile spiegare il fatto indicato, senza ricorrere ad altro. Se però, l' aria sia bastantemente secca, si troverà una eguaglianza perfetta, fra la elettricità sviluppata dal conduttore nel salire, e quella sviluppata dal medesimo nel discendere, come più volte ho verificato, anche adoperando il condensatore a pile secche, pel quale si rendono più sensibili le differenze. Questi fatti ricevono soddisfacente spiegazione, ricorrendo alla influenza elettro-negativa terrestre.

Il medesimo fisico ammette la elettricità negativa del suolo, anche nella sua nota sulla origine della elettricità atmosferica (161), ed eziandio nell'altra sua nota intitolata : Del periodo diurno della elettricità atmosferica, ove dice : « quindi le regioni diurne della Terra debbono essere attuate ad elet-
» tricità negativa più forte da oriente in occidente (162) ».

Il sig. Quetelet dice: « Sarebbe assai difficile assimilare i nostri climi ai ter-
» reni vulcanici dell' Italia, sopra tutto in quanto concerne i fenomeni elet-
» trici *della Terra*, e dell'atmosfera (163) ». Il medesimo autore dice ancora:
« e l'altra (elettricità) positiva, nel più basso, fa equilibrio colla elettricità *ne-*
» *gativa della Terra* attraverso gli strati che sono inferiori (164) ». Quindi, egli soggiunge: « Non resterebbe in fatti altro, fuorchè la elettricità positiva
» nel basso dell' inviluppo *superiore* della nostra atmosfera, e che paralizze-
» rebbe da un lato la elettricità negativa del suolo; dall'altro, agendo a tra-
» verso dell' inviluppo *inferiore*, paralizzerebbe la elettricità *negativa* distri-
» buita sulla superficie del nostro globo (165) ».

Dice il sig. Dupretz (166) : « Lo stato elettrico *negativo della Terra*,
» aveva già fissato l'attenzione di De Saussure (167), il quale per una dispo-

---

(160) Annales de chim. et de phy., avril 1842, p. 400.

(161) Rendiconto della R. accad. delle scienze di Napoli, fasc. 2, giugno 1862.

(162) Rendiconto dell'accademia delle scienze di Napoli, anno 3, fasc. 10 di ottobre 1864, p. 261, li. 14 salendo.

(163) V. Annales de l'observatoire R. de Bruxelles, t. XIII, année 1861, p. 108.

(164) Opera citata, p. 109.

(165) Ibidem.

(166) Mém. couronnés de l'acad. R. de Bruxelles, t. XVI, année 1843, p. 54.

(167) Voyages dans les Alpes, t. 2, §. 830, p. 254.

» sizione particolare del suo elettrometro, cercò anche di apprezzarne le va-
» riazioni ».

Abbiamo dal Kaemtz quanto siegue : « Poichè il suolo emette di conti- » nuo vapori d'acqua, nella quale si contengono sempre sostanze estranee in » soluzione; perciò i vapori si elevano caricati di elettricità positiva, mentre » che il suolo conserva elettricità negativa (168) » : ed in seguito egli dice: « pure il suolo trovasi allo stato *negativo* , mentre che l' atmosfera è *posi-* » *tiva* (169) ».

Il sig. Jamin, ritiene che le tensioni elettriche, osservate cogli elettrometri atmosferici , sieno il risultamento dello scambio di elettricità positiva dell' aria , colla *negativa* della Terra (170). Inoltre i fisici che adoprano la espressione di elettricità telluro-atmosferica, debbono ammettere la elettricità della Terra (171). Lamot dice che la Terra è sempre negativa (172). Il sig. Martin riconosce anch'esso che la Terra è caricata di elettricità negativa (173). Secondo Desprètz la Terra è negativa sino alle due pomeridiane; inoltre questo fisico consiglia *di sostituire l'elettrometro condensatore all'elettroscopio* (174). Recentemente, in una dotta memoria pubblicata sullo stato elettrico del nostro globo, dall'illustre fisico De la Rive, si ritiene come indubitato, che la Terra è generalmente in uno stato di elettricità negativa (175).

La elettricità negativa che ottennero i signori Gay-Lussac e Biot, facendo scendere una palla metallica dal globo aereostatico della loro celebre ascensione, si deve spiegare pel negativo, che i corpi svolgano, quando nell' aria libera scendono ; e non come oscuramente la spiegano diversi autori , non escluso il Belli (176).

---

(168) Cours complet de météorologie. Paris 1843, p. 336.

(169) Opera citata, p. 340.

(170) Cours de phy. de l'école polytechnique. Paris 1858, t. 1, pag. 455, e 456. -- Vedi anche gli Annali dell'osserv. R. meteorologico del Vesuvio, an. 1, del 1859, p. 19 e 20.

(171) Bullettino meteorologico del collegio romano, t. 2, num. 13, pag. 100, lin. 5 salendo.

(172) Poggendorff, Ann., vol. 85, fascicolo 4, p. 500, an. 1852.

(173) Comptes Rendus, t. 58, an. 1864, p. 111, li. 22.

(174) V. il suo Traité de phy. Bruxelles 1837, p. 161.

(175) Comptes Rendus, t. 64, an. 1867, pag. 1174. — L'Institut, n. 1747, p. 202. -- Les Mondes, 2.ª série, t. 14, p. 306.

(176) Corso elem. di fisica speriment., t. 3, p. 694. Milano 1838.

Nell' ascensione areonautica del 18 luglio 1861, il sig. Giacomo Glaisher trovò l'aria carica di elettricità positiva, ed essa diminuì a misura che s' innalzava, sino all'altezza di 7000 metri, alla quale la elettricità era troppo debole per essere osservata (177). Questo risultamento si accorda bene colla ipotesi, che il positivo mostrato dai corpi salenti nell'atmosfera, proviene dalla elettricità indotta nel corpo salente, per influenza della carica elettro-negativa posseduta dal nostro globo. E siccome gli effetti della medesima influenza elettro-tellurica negativa, debbono diminuire col crescere della distanza fra la Terra ed il corpo medesimo, così quando il corpo salente dista molto dalla Terra, la indotta positiva, che in esso allora diviene libera, dev'essere tenue molto.

Secôndo Bohnenberger, non è possibile scaricare perfettamente di elettricità un corpo, giacchè la Terra essendo elettro-negativa, i corpi sempre saranno elettrizzati per lo meno di elettricità tellurica; la quale perchè distribuita sopra una superficie grandissima, deve possedere una tensione debole assai. Perciò lo stato elettrico neutrale, non esiste naturalmente nei corpi sublunari, e lo stato elettrico naturale nei corpi medesimi, non è zero, ma bensì negativo (*), salvo il caso artificiale, che assai prossimamente si verifica in un corpo collocato dentro un involucro metallico, chiuso da ogni parte, nel qual caso, lo stato elettrico del corpo stesso è assai prossimo al neutrale.

Erman di Berlino, continuando le sue ricerche per mezzo di elettroscopi sensibilissimi, ammise la influenza della elettricità tellurica sui corpi comunicanti col nostro globo, e quindi la influenza elettrica dei corpi stessi fra loro, prodotta dall'avvicinamento ed allontanamento dei medesimi l'uno dall'altro (178). Saussure aveva già trattato questo argomento, ma Erman fu il primo a dimostrare (179), con esatte sperienze, che la elettricità ottenuta coi corpi conduttori salenti, o discendenti, non poteva riguardarsi come tutta propria dell'atmosfera, e che si doveva ripetere principalmente dalla influenza elettro-tellurica. Se i *moderni* meteorologi avessero ripetute le sperienze di Erman, ovvero le avessero ben considerate, avrebbero veduto; primieramente che i conduttori mobili furono anche prima del 1804, adoperati nelle ricerche sulla elettricità

(177) Les Mondes, t. 1, année 1863, p. 556.

(*) Ann. de chim. et de phy., 3.° série, t. 4.°, an. 1842, p. 429, (5°).

(178) V. Mém. couronnés, et mém. des savants étrangers de l'acad. R. de Bruxelles, t. XVI, an. 1843, p. 26.

(179) Journal de phy., par Delamétherie, t. 59, an. 1804, p. 98.

dell'aria ; secondariamente che furono riconosciuti non idonei, per l' indicato fine.

Bailly nella sua memoria sopra la densità della Terra, propone di coprire colla stagnuola l' interno della cassa che contiene la bilancia di torsione (180). Secondo la nota numerata con 3, che si trova nell'articolo: « Nouvelles expériences sur la densité moyenne de la terre, par M.r Reich (181) », la indicata proposta, impedisce ogni accumulazione di elettricità *terrestre*. L'articolo originale di Reich per determinare la densità media della Terra, si trova inserito nel Poggendorff, t. 85, anno 1852, pag. 189. Per la elettricità della Terra si consulti anche questo medesimo giornale nel vol. 36, an. 1810, pag. 116, e nel vol. 49, an. 1815, pag. 120. Anche il Pratical Meteorology, an. 1855, pag. 216, e 217, ritiene che la Terra sia carica di elettricità negativa.

Il Zantedeschi nel riportare le opinioni di Beccaria sulla elettricità dell'atmosfera, considera la elettricità della Terra (182). Per avere una conferma riguardo alla esistenza della elettricità negativa della Terra: si legga un articolo a ciò relativo, inserito nel Cosmos (183). Il sig. Daguin (nel suo Cours de phy. élém. Paris 1868, p. 517, volume unico), riporta una sperienza di Matteucci, per dedurre dalla medesima, che la Terra è carica di elettricità negativa. Nell'opera intitolata « A Manual of electricity, magnetism and meteorology by Dionisius Lardner », si asserisce, t. 2.°, an. 1844, pag. 107, che lo stato elettro-negativo della Terra può constatarsi col moltiplicatore; ma noi crediamo che ci voglia pur anche il condensatore. Veggasi eziandio De Luc, sopra lo stato elettrico del suolo, e sopra il processo elettrico fra la Terra, ed il sole (184).

È un fatto riconosciuto da ognuno, che la pioggia raccolta sugli alti fabbricati, è più scarsa di quella raccolta presso Terra, eguali essendo le ampiezze dei recipienti (185). Ciò si accorda eziandio coll'essere negativa tanto la elettricità terrestre, quanto quella dei corpi che si avvicinano alla Terra. In fatti nei luoghi elevati la elettro-negativa tensione tellurica, dev'essere maggiore che in quei più depressi; perciò la elettrica repulsione fra le gocce di pioggia, ed i luoghi nei quali vengono esse raccolte, dovrà essere maggiore nel primo, e relati-

(180) Ann. de chim. et de phy. 3.e série, t. 5.°, p. 338.
(181) Opera citata, t. 38, p. 382.
(182) Cosmos, vol. 23, an. 1863, p. 427.
(183) T. 15, an. 1859, p. 455.
(184) Poggendorff, ann. 1815, t. 49, pag. 120; e t. 5, pag. 471.
(185) Belli, Corso di fis. sper. t. 3.°, p. 732, § 1569.

vamente minore nel secondo caso: ciò basta per la spiegazione dell' indicato singolare fatto.

Taluno, per negare alla Terra la elettricità, disse (*) « Intanto ognuno ben » di leggieri si avvede che quello che fu già affermato dal Peltier, e cioè, che » la terra è eminentemente resinosa o negativa (**), e per la sua azione l'aria » si manifesta vitrea o positiva , non può essere in verun modo ammesso. » Serve ad accrescere peso a questa deduzione il considerare, che non dà se- » gno di elettricità negativa, nè l'acqua attinta dai pozzi con vasi sostenuti » da funi isolanti, nè i fili metallici che bene bene isolanti si fanno discendere » con un loro capo anch' essi nei pozzi, od in altra qualsivoglia profondità. » Si aggiunga, che mentre va sempre più prevalendo l'opinione che la terra, » invece di servire da conduttore della corrente elettrica fra le stazioni te- » legrafiche, faccia piuttosto l'officio di serbatoio destinato a ricevere da una » parte la elettricità che le arriva dal polo positivo della pila, e a dare dal- » l' altra l' elettricità che abbisogna al suo polo negativo , non si saprebbe » comprendere come potesse dare quest' ultima quand' essa fosse in istato » eminentemente elettro-negativo , e come quindi potesse ben continuare la » telegrafica azione ». Primieramente osserviamo essere impossibile, dopo tutte le sperienze e le mie precedenti osservazioni, negare alla Terra uno stato elettrico, il quale in alcuni luoghi, ed in alcune circostanze eccezionali, potrà essere anche positivo. Inoltre se le indicate due sperienze dei pozzi, quando fossero istituite con un condensatore a pile secche, e colle debite cautele riescissero, non sarebbe ciò sufficiente a negare lo stato elettro-negativo della Terra. Imperocchè nei corpi non isferici, si è trovato che la densità dell' elettrico sovrabbondante, è maggiore nelle parti più prominenti della superficie loro , ed è minore nelle parti meno prominenti, essendo piccolissima, ed insensibile nelle parti *cave*. Trattandosi di un corpo isolato, qual'è la Terra, il fluido elettrico sovrabbondante in essa, trovasi distribuito quasi unicamente nelle parti più esterne della medesima, lasciando le interne quasi allo stato neutrale. La sperienza del *pozzo di Beccaria*, dovuta primieramente a Franklin (***) , dimostra; per quei fisici che l' hanno verificata, dover esser sensibilmente nulla nel fondo dei pozzi la elettricità ; ma non da questo discende che la Terra

(*) Nuovo Cimento, t. 1.°, an. 1855, p. 353, li. 11.
(**) Annales de chim. et de phy., 3.° série, vol. 4.°, pag. 388, et suiv.
(***) Belli corso elem. di fisica, t. 3.°, an. 1838, p. 67.

non possegga carica elettrica di sorta. Inoltre, sebbene la carica elettrica della Terra sia grandissima, tuttavia la sua tensione in un suo punto qualunque, si trova essere debolissima, e riesce appena sensibile con istromenti delicatissimi: ciò avviene per essere la superficie terrestre immensamente grande. Ora, poichè l'elettrico respinge se stesso, perciò nelle profondità della Terra, l'elettrico deve trovarsi tanto diminuito, da non potersi riconoscere, almeno con quei mezzi che adoperarono coloro, i quali sperimentarono l'acqua dei pozzi; dalle quali sperienze adunque, non discende affatto che la Terra non sia elettrizzata nella superficie *libera* di essa.

In quanto alla seconda parte della riferita obbiezione, riflettiamo che la legge di Ohm stabilisce, che la corrente non cambia, nè di direzione, nè d' intensità, quando si aumenti la tensione in ciascun punto, od in alcuni punti del circuito elettrico, per una quantità *costante*. Perciò dal vedere che una corrente passa in un filo da un estremo all' altro, non si può decidere se l'estremo da cui parte la corrente sia realmente positivo; si può soltanto concludere che questo estremo è in *senso algebrico* più positivo dell'altro. La elettricità della Terra dunque, tanto per la indicata legge di Ohm, quanto per essere di tenuissima tensione, non potrà punto alterare sensibilmente l'azione telegrafica, salvo in alcuni casi eccezionali, quando, cioè la Terra possegga tensioni elettriche molto differenti fra loro, nei diversi punti compresi dal filo telegrafico. Allora soltanto possono accadere delle perturbazioni nelle correnti telegrafiche, le quali perciò rendono impossibile ogni azione del telegrafo, come difatti alcune volte si è verificato. Quindi è chiaro che dal vedere la telegrafia regolarmente agire, non può concludersi che la Terra si priva di una carica elettrica qualunque.

§. 32.

Dopo aver dimostrato, e con esperienze, e con raziocini, e con autorità competenti, che la Terra possiede una carica elettrica, e che questa generalmente parlando è negativa, basati su questo fatto inconcusso, e certamente non trascurabile, passiamo a dileguare le obbiezioni, fatte contro l'uso del conduttore fisso; ed a convincersi per conseguenza, che nelle ricerche di elettricità atmosferica, si deve preferire al conduttore salente, il conduttore bene isolato, e fisso.

Il ch. prof. L. Palmieri (186), per le seguenti ragioni esclude il conduttore fisso:

« 1.° perchè occorre spesso con un elettroscopio, tanto a pagliuzze, » quanto a foglie d'oro, vedere passare intere giornate senza scorgere alcun » segno di elettricità atmosferica, sia colla semplice punta, sia colla fiamma, » sia con esca accesa (pag. 65) ». Si risponde che se avesse il ch. autore usato, non il semplice elettroscopio, ma questo a pile secche, unito al condensatore, opportunamente disposto, e adoperato; avrebbe sempre ottenuto indizi evidenti di elettricità, tanto dall'atmosfera, quanto dalla Terra. Nel resto la combustione altera per modo le indicazioni elettro-atmosferiche, da cangiare il più delle volte, il negativo in positivo, essa perciò si deve proscrivere in queste ricerche. Noi poi riconosciamo coll' autore che « le misure le quali si hanno » (pag. 66) coi conduttori fissi, e con gli elettrometri *mobili*, non sono in » alcun modo proporzionali fra loro, e che dicano cose diverse l'una dall'al» tra ». Conveniamo altresì coll'autore medesimo, riguardo alle cinque imperfezioni da esso indicate, come proprie dell' *elettrometro* mobile, oltre alla imperfezione *massima*, che noi riconosciamo in esso; quella cioè di non dare la elettricità dell'atmosfera, per effetto della elettro-tellurica influenza, imperfezione, cui se bene riflettasi, non partecipa il *conduttore fisso.*

2.° L'autore dice (pag. 67) « si fa rimanere il conduttore alquanto ele» vato senza muoverlo, sempre che si vogliano fare le osservazioni a con» duttore fisso . . . Laonde questo apparecchio fa anche l' uffizio di condut» tore fisso ». Dunque il conduttore fisso può servire alle elettro-atmosferiche ricerche, anche per confessione del nominato autore. Inoltre questo dotto fisico si rimette al giudizio di Quetelet, ed all'autorità sua, per confermare la esattezza (pag. 67), ed utilità del conduttore salente. Ma il Quetelet adopera l'elettrometro mobile, che secondo il Palmieri stesso ha molte imperfezioni; perciò l' invocato giudizio di Quetelet, che riguarda ottimo l'elettrometro mobile, non può certo essere favorevole al conduttore salente; in fatti l' illustre astronomo di Bruxelles, non ha fino ad ora abbandonato il metodo di Peltier, per adottare quello del Palmieri.

3.° Si dice (pag. 85) « Le osservazioni di elettricità atmosferica, fatte » col metodo dell' elettrometro *mobile* di Peltier vanno perfettamente d' ac» cordo con quelle che si fanno col mio metodo del conduttore *mobile*; ma

(186) Corrispondenza scientifica, Roma 1855, t. 3, p. 65...87.

» tutte queste non si confrontano se non rarissinamente, con quelle che si » fanno a conduttore fisso ». Questo perfetto accordo, contraddice a quanto dall'autore fu asserito (1.°), cioè che l' elettrometro mobile, ha moltissime imperfezioni, e che il conduttore, anch'esso mobile, si trova essere senza difetti, e, come l'autore pretende « riesce universale, perchè ai bisogni tutti delle » osservazioni soddisfa (pag. 85) ». Due stromenti, uno difettosissimo, l'altro perfettissimo, non possono menomamente accordarsi. Riguardo al niun accordo fra il conduttore mobile ed il fisso, ciò non deve sorprendere; perchè il mobile subisce gli effetti della induzione elettro-negativa tellurica, e col suo innalzarsi deve *abbandonare* la elettricità positiva, che non appartiene punto alla elettricità dell'atmosfera; mentre il conduttore fisso non è soggetto a questo inconveniente, stante la immobilità sua. Da qui discende, che tutte le *innumerevoli* leggi dedotte a conduttore mobile, non sono riferibili direttamente alla elettricità dell' atmosfera, ma bensì ad una risultante fra questa, e la elettro-tellurica influenza.

4.° L'autore (pag. 85) prosiegue « col far dipendere la discrepanza fra le ma» nifestazioni del conduttore fisso, e quelle del mobile, dal tempo di 8′ e 10′ che » si richiede, affinchè la tensione dell'elettrometro giunga al suo massimo; cioè » dalle perdite per l'aria, e pei sostegni ». Qui rispondiamo che lo stato elettrico dell'atmosfera, nelle giornate senza forti perturbazioni, non cangia bruscamente; ma per legge di continuità, e con lentezza. Perciò deve il conduttore fisso partecipare sempre dello stato elettrico atmosferico, nel quale si trova immerso, come un buon termometro partecipa continuamente alle variazioni di temperatura dell'ambiente in cui si trova fissato. I cangiamenti adunque dello stato medesimo, sono tosto seguiti dal conduttore fisso; cosicchè dobbiamo riguardare sempre, nelle giornate senza forti perturbazioni, lo stato elettrico dell' atmosfera, come identico a quello del conduttore fisso. Laonde adoperando il condensatore, basteranno al più 20″, per avere la massima tensione elettrica nel suo piattello collettore; però meno assai vi occorrerà per averla, quando si può, coll'elettroscopio semplice, come ho più volte sperimentato.

5.° Si continua dicendo « Se dunque le misure (pag. 87), che si hanno dal» l'elettrometro mobile, o a conduttore mobile, sono le meno fallaci, poichè » meno soggette alle condizioni igrometriche dell'ambiente... » Rispondiamo, che invece sono le più fallaci, *prima* perchè appartengono principalmente alla elettricità abbandonata o liberata nel conduttore stesso, pel suo allontanamento dalla Terra, la quale per essere un corpo elettrizzato negativamente, induce sui

corpi collocati sopra essa, i quali con allontanarsi sempre più dalla medesima, liberano in loro la contraria della inducente, abbandonano cioè la positiva. *Secondariamente* quelle misure, che si hanno dal conduttore mobile, sono le più fallaci, anche per essere le medesime veramente soggette, ovvero alterate, dalle igrometriche condizioni dell'ambiente ; poichè queste condizioni *debbono* alterare gli effetti elettrostatici del conduttore mobile, procedenti principalmente dalla induzione terrestre: *ma non possono* alterare quelli, dati dal conduttore fisso, procedenti unicamente dalla elettricità dell'atmosfera. In fatti, poichè il conduttore fisso, è isolato mediante un coibente, che sempre conduce *assai meno* dell'aria circostante , qual' è appunto il vetro verniciato di cera lacca; perciò qualunque sia la umidità dell'aria medesima, egli è chiaro che il conduttore, se perdesse l'elettrico suo, dovrà esso effettuare questa perdita comunicandolo all'aria; giacchè questa meno assai del vetro verniciato resiste alla elettrica dispersione. Ora, considerando essere la elettricità qualunque dell'atmosfera sempre inesausta, si vede facilmente, che quando avesse luogo la indicata comunicazione o perdita, dovrà il conduttore medesimo acquistare un elettrico equilibrio, del tutto identico a quello dell'atmosfera in cui si trova. Perciò le indicazioni del conduttore fisso, dovranno essere giustamente quelle, che appartengono alla elettricità dell'ambiente; appunto perchè le circostanze igrometriche, rendono lo stato elettrico dell'atmosfera, identico a quello del conduttore fisso, e bene isolato.

6.° « Non so persuadermi, continua dicendo il Palmieri (pag. 87), come » alcuni fisici abbiano potuto dichiarare, che le tensioni che si hanno elevando » o abbassando un conduttore a cielo scoverto, non siano l'effetto della elet- » tricità atmosferica. Bisogna dire che costoro non abbian mai comparato i » risultamenti, non dico già del mio conduttore mobile, ma dell'elettrometro » mobile, con quelli di un conduttore fisso ». Si risponde , appunto perchè queste comparazioni furono fatte, si è giudicato, che col conduttore mobile, gli effetti non sono propri della unica elettricità atmosferica. In prova di ciò basta osservare solo, che quando dal conduttore fisso abbiamo, nelle giornate comuni, elettricità *negativa*, si ottiene sempre dal conduttore mobile la *positiva* ; ora siccome il mobile subisce la influenza elettro-tellurica negativa , e perciò salendo abbandona la positiva , così convien dire che la elettricità manifestata dal conduttore fisso, è solo quella che appartiene all'atmosfera.

7.° L' autore in seguito (pag. 87) , fa osservare « come il conduttore » mobile si accorda in molti casi nelle sue manifestazioni col fisso ». Quindi noi da queste medesime osservazioni, abbiamo un buon argomento, per non posporre al mobile il conduttore fisso.

§. 33.

Per confessione del ch. Palmieri (187), « i meteorologisti, eccetto po-
» chissimi, continuarono ciecamente ad avvalersi dei conduttori fissi, termi-
» nati a punta od a fiamma . . . , l'uso dell'elettrometro di Peltier, rimase
» del tutto inefficace; per la qual cosa tra gli scrittori *moderni*, escluso il
» Quetelet, non trovi chi ti dica qualche cosa di buono, e di vero. . . . Fa
» pena vedere in opere moderne . . . . , sostenere la elettricità negativa che
» si eleva dal mare, e cento altre cose smentite da buone osservazioni. Io
» non la finirei, se volessi ricordare tutti gli errori che si trovano nei libri
» di meteorologia, risguardanti questo tema : non posso leggerli senza esser
» mosso a pietà ». A questo tratto pieno di sicurezza e di energia, rispondiamo chiedendo il permesso di domandare: 1.° Se il conduttore fisso è un mezzo evidentemente fallace ; 2.° se l' elettrometro mobile ed il conduttore mobile pur esso, è un *evidente* progresso della meteorologia elettrica, da preferirsi al conduttore fisso; 3.° se gli autori *moderni*, fra' quali, oltre il Quetelet , bisognava esplicitamente escludere anche il P. Secchi, siensi tutti a partito ingannati; 4.° se una discussione *seria* fra i due modi, uno a conduttore fisso, l'altro a conduttore mobile, per assegnare la elettricità dell'atmosfera, siasi ancora eseguita, in guisa da poter concludere *ad evidenza*, essere il conduttore fisso , un erroneo mezzo per l' indicato fine. Dalla difficoltà di rispondere a queste domande, in modo che n'emerga *evidentemente* la esclusiva del conduttore fisso, risulta quello che l'autore ha confessato nel riferito suo brano, cioè : che moltissimi sono ancora i meteorologisti, dai quali (ed a buon dritto) non fu adottato il conduttore mobile invece del fisso , di cui tutt'ora si valgono essi per le ricerche di elettricità dell'atmosfera.

Dice il medesimo fisicò : « Ma nel tempo della caduta delle ceneri , si
» notava a conduttore fisso elettricità negativa, ed a conduttore mobile, elet-
» tricità positiva: questa specie di contraddizione svanisce, considerando che
» la cenere, pel solo fatto della caduta, può acquistare elettricità negativa (188)».
Qui si risponde : questa contraddizione svanisce del tutto considerando, che il coduttore mobile, pel *solo fatto* della salita, deve acquistare elettricità posi-

(187) Annali del R. osserv. meteor. Vesuviano. — Napoli 1859, an. 1.°, pag. 12.
(188) Ibidem, p. 44.

tiva. Inoltre il conduttore fisso manifestava il vero, perchè accusava la elettricità negativa della cenere, la quale doveva essere comune anche all'atmosfera, trovandosi la cenere in essa mescolata nel cadere; laonde il conduttore salente accusava il falso.

Il medesimo autore dice « In tempo di pioggia, quando la elettricità passa » da una fase all'altra seguente, mi è occorso talvolta di notare, per alcuni » momenti, che a conduttore fisso la elettricità era già passata da una fase » all'altra, ed a conduttore mobile, persisteva ancora la fase antecedente; ed » in tutte queste congiunture alcune gocciole di pioggia cominciarono a ca- » dere sull' osservatorio : pare dunque molto probabile , che la elettricità » esplorata a conduttore fisso , appartenesse alle gocciole d' acqua (189) ». Qui ancora si deve osservare, che il conduttore fisso diceva la verità, ed il salente indicava il falso; perchè la elettricità negativa delle gocciole d'acqua, doveva comunicarsi all' aria , la quale veniva traversata da quelle gocciole : quindi la elettricità che accusava il conduttore fisso, era pure quella dell'aria, cioè negativa , e la elettricità positiva che manifestava il conduttore salente, si deve attribuire alla salita del medesimo, il quale in questo mentre manifesta la elettricità di abbandono, cioè la elettricità positiva, indotta in esso dalla influenza elettro-negativa tellurica, e resa libera, per la salita del conduttore stesso.

Il Palmieri fa eziandio la osservazione seguente, dicendo: « La invenzione » dell'elettrometro atmosferico a conduttore mobile , fu come un nuovo or- » gano d' investigazione, la cui mercè la meteorologia elettrica, si può dire » veramente nata (190) ».

In *primo* luogo l'elettrometro atmosferico a conduttore mobile, fu inventato, adoperato, e descritto da Cavallo, prima del 1779, il quale nel salire, manifesta quasi sempre positiva la elettricità da esso acquistata (191). Secondo Belli, l' innalzamento dell'asta conduttrice nelle sperienze elettro-atmosferiche, fu immaginata da Saussure; il quale ha in ciò preceduto tutti quei fisici, che oggi adoperano, e propongono un così fatto modo , per le indicate ricer-

(189) Luogo citato.

(190) Intorno all' incendio del Vesuvio, cominciato il dì 8 dicembre 1861. Relazione. Napoli 1862, pag. 16.

(191) V. Observations sur la physique , par De la Methérie, ovvero Rozier , t. 13 , pag. 220, an. 1779.

che (192). Ermann, esso pure adoperò il conduttore mobile, facendo salire o discendere un elettrometro nelle sue ricerche sulla elettricità dell'aria (*). Anche Dellmann adoperò nel 1853, l'asta mobile a Kreuznach, per le medesime ricerche (193). Il Peltier innalzava tutto intiero l'elettrometro, che certamente non è altro fuorchè un conduttore mobile (**). Questi fisici adoperavano dunque il conduttore mobile, assai prima del ch. Palmieri , il quale soltanto ne ha reso più comodo l'uso, innalzando un asta conduttrice, congiunta metallicamente con un elettroscopio fisso. In *secondo* luogo , dal considerare che la elettricità della Terra, deve necessariamente influire su tutto ciò che s' innalza sulla medesima , chiaro apparisce che invece di avere dal conduttore salente gli effetti della elettricità dell' aria , si avranno piuttosto quelli della indicata influenza ; cioè si avrà sempre, nelle giornate ordinarie, la elettricità positiva , quella già indotta nel conduttore , la quale tanto più si *libera* nel medesimo, quanto più si allontana esso dalla Terra.

Dopo queste ripetute osservazioni , sarà permesso *almeno* dubitare , se la pratica del conduttore mobile, primieramente introdotta da Cavallo, poscia modificata da Peltier , quindi resa più comoda dal Palmieri, abbia veramente fatto nascere la meteorologia elettrica, od invece abbia introdotta una sorgente di errore nella pratica di questa scienza.

Tutto quello che siegue (pag. 17...20), della relazione citata, conferma che i corpi nel seno dell'atmosfera libera, col salire divengono elettro-positivi, e col discendere, acquistano elettricittà negativa, purchè nubi temporalesche non giungano a neutralizzare la influenza elettro-negativa terrestre sui corpi stessi.

Il medesimo autore, in quanto alla elettricità, che manifestano le materie proiettate dal Vulcano, dice : « Non crediamo poi necessario fare ricorso

---

(192) Belli , Corso di fisica , t. 3.°, pag. 703 , § 1528. — Voyages dans les Alpes , § 791, 794.

(*) Ann. der Phy. von Gilbert, an. 1803, t. 15, p. 385...418, et Journal de physique an. 12, t. 59, p. 98...105.

(193) Archives des scien. phy., et nat. de Genève, nouvelle période, t. 7, an. 1860, p. 83. — V. anche Poggendorf, Annalen, t. 72, p. 353, e t. 74, p. 499.

(**) Ann. de chim. et de phy., 3.ª série, t. 4.°, an. 1842, p. 400, li. 20, e seguenti. - Vedi anche Cours complet de météorologie de Kaemtz, Paris 1843, p. 494 — e meglio ancora la eccellente opera dell' illustre fisico ed astronomo sig. Quetelet, intitolata : Météorologie de la Belgique, Paris 1867, pag. 205, e seguenti.

» all'attrito , mancando le condizioni d' isolamento , richieste nelle macchine » di Armstrong (194) ». Però è da osservare, che in queste macchine, il getto vaporoso manifesta la elettricità, pure quando la caldaia comunica metallicamente col suolo umido; laonde nelle macchine stesse, per avere dal suo getto vaporoso l'elettrico, non è necessario l' isolamento loro; che anzi sarà maggiore la elettrica tensione del getto , quando la caldaia comunichi col suolo (195). Per questo motivo crediamo, che nella elettricità positiva, manifestata dalle sostanze proiettate in alto dal Vesuvio, e da qualunque altro vulcano, l'attrito delle sostanze medesime, specialmente delle polveri, debba entrare, come una delle cause produttrici della elettricità, manifestata dalle medesime sostanze.

Il ch. autore più volte nominato, profferisce un elogio del suo comparabile elettrometro a *conduttore mobile* (196). Ma noi facciamo riflettere, che assai volte nelle scienze s' incontra un' istromento, ed anche una dottrina, lodata molto, la quale poi, per ulteriori osservazioni e ragionamenti, si riconobbe non soddisfacente; così avvenne degli eudiometri, per la salubrità dell'aria, e così pure della teorica voltaica basata sul contatto, e degli antichi meteorografi di Morland , di Magellan , e di Maguire : così avverrà dell' *antica* teorica sulla elettrostatica induzione, come ancora dei meteorografi moderni, che già negli osservatori di Kew, di Greenwich, e di Stonyhurst, sono posposti a quelli fotografici, e molto più lo saranno in appresso, colla protezione per essi del governo inglese. Al contrario, vi sono degl' istromenti, che non si apprezzarono a bastanza quando furono inventati, e quindi rimasero nell' oblio; ma poscia fu riconosciuta la utilità loro nella scienza; così avverrà della macchinetta elettrica, inventata da Nicholson, e da esso denominata moltiplicatore a rotazione, come ancora dell'elettrometro atmosferico frankliniano.

Il medesimo fisico dice inoltre « Se la cenere cade sull'osservatorio quando » il fumo vada nella stessa direzione, si produce ordinariamente una debole » elettricità negativa; ed in taluni casi trovasi elettricità *negativa*, osservando » il conduttore fisso , ed elettricità *positiva* osservando il *conduttore mobile* (197) ». Si rifletta che la elettricità della cenere dev'essere unica, e *negativa*;

---

(194) Relazione citata intorno all' incendio del Vesuvio, pag. 21.
(195) De la Rive, Traité d'électricitè, t. 2.°, pag. 563, li. 22.
(196) Comptes Rendus, t. 54, an. 1862, p. 284, nota (1).
(197) Opera citata, pag. 285, li. 23.

perchè i corpi avvicinandosi alla Terra divengono elettro-negativi. Da ciò discende che il conduttore fisso indicava la vera elettricità dell'ambiente, il quale deve avere la elettricità in comune, con quella della cenere. Il conduttore mobile poi, mentre si allontanava dalla Terra per innalzamento, doveva manifestare la elettricità positiva, indotta prima in esso dalla Terra stessa, e quindi abbandonata , ovvero divenuta libera per l'allontanamento.

Inoltre il ch. fisico stesso, si esprime dicendo « La legge semplicissima, » colla quale l'elettricità atmosferica si manifesta in tempo di pioggia, sco- » perta, già alcuni anni sono all'osservatorio vesuviano, mercè l'apparecchio » a conduttore mobile, bastava di per se sola a far intendere, in quali con- » giunture si deve avere nell' aria l'elettricità negativa (198) ». Questa scoperta , poichè basata sull'uso del conduttore mobile , cioè salente , non può del tutto ammettersi ; giacchè il conduttore medesimo , come già fu in più luoghi dimostrato, non può dare la vera elettricità dell'atmosfera; ma invece manifesta la risultante delle due, una quella indotta in esso conduttore dalla elettro-tellurica, e divenuta libera per l' innalzamento del medesimo, l' altra quella che appartiene all'atmosfera.

Il fisico nominato riferisce anche a questo modo : « Per la qual cosa » dopo tante osservazioni, fatte con metodo preciso, e da un sito opportuno, » potei francamente impugnare la voluta elettricità negativa del ciel sereno, » ed anco la esistenza di nubi, dotate di questa elettricità come lor propria, » sostenendo , che la elettricità *negativa* si appalesa solo colla caduta della » pioggia, della grandine, o della neve, per effetto dell' influsso dell'elettricità » positiva, che copiosa si svolge, col risolversi delle nubi in acqua (199) ». La elettricità negativa a ciel sereno s' incontra tanto più frequente , quanto più il luogo delle osservazioni è basso. Ciò viene dimostrato dal periodo elettro-atmosferico *diurno qualitativo*, da me riconosciuto in Roma nella stazione della università, ed anche in quella di villa Ludovisi. Del resto, poichè la indotta *non può tendere affatto* ; così quando la negativa si volesse ripetere dall'effetto dell' influsso della *positiva*, che copiosa si svolge, secondo l'autore, col risolversi delle nubi in acqua, si commetterebbe l'errore di accordare alla

---

(198) V. Bullettino meteorologico, dell'osservatorio del collegio romano, vol. 2.°, N. 15, an. 1863, p. 113; ed anche Rendiconto dell'accademia delle scienze fisiche, e matematiche di Napoli, an. 2, fasc. 8, di agosto, 1863, p. 197, e 198.

(199) Bullettino citato, li. 14 salendo.

negativa *indotta* la facoltà di tendere, contro quello che in più guise da me fu dimostrato.

La elettricità negativa a ciel sereno, impugnata dall'autore, viene ammessa dalle sperienze fatte a conduttore fisso, come vedremo anche meglio in appresso. Inoltre questa medesima elettricità fu riconosciuta da Pouillet (*), il quale dice « On croit même et c'est une opinion assez généralement ado-
» ptée, on croit que sous un ciel serein l' électricité de l' air est plus ordi-
» nairement positive, et que elle augmente d' intensité à mesure que l' on
» s'élève. Les diverses série d' expériences que j' ai eu occasion de faire, ne
» conduisent pas à une conséquence aussi absolue: c'est un sujet de recher-
» ches très-intéressent pour les météorologistes. Il se pourrait bien, du reste,
» que l'air serein fût électrisé positivement dans certaines saisons, et néga-
» tivement dans d'autres; et peut-être aussi cet état électrique n'est-il pas le
» même dans tous les climats ». In tutto ciò noi conveniamo completamente.

Anche sperimentando con un conduttore salente, cioè coll'elettrometro di Peltier, si è riconosciuta, qualche volta, la esistenza della elettricità negativa nell'aria, quando è serena. In fatti il ch. Quetelet dice (**) « Dans ce moment la
» boule supérieure sépare le deux électricités qui la couvrent et présente à sa
» partie supérieure de l'électricité *positive*, si l'air est électrisé négativement,
» comme il arrive d'ordinaire »; ed a pag. 212, lin. 7, salendo, inoltre dice
« L'*électricité negative* pouvant être considerée comme appartenent à un état
» tout spécial de l'air »; ed a pag. 213, lin. 8 « Mon fils qui continue ré-
» gulièrment chaque jour ces mêmes observations depuis 1856, m'a fait con-
» naître que, pendant un des mois de l'année 1866, il a eu l'occasion d'ob-
» server, sans cause apparente, trois fois l'électricité dans un état négatif ».

Inoltre, dobbiamo riflettere, contro quelli che negano del tutto la esistenza di elettricità negativa del cielo non turbato fortemente, che questa elettricità può essere alcune volte l'effetto della influenza elettro-negativa tellurica sull'aria, ed anche in altri casi, l'effetto della conducibilità dell'aria, non bastantemente secca, per la quale il negativo terrestre viene condotto in alto, cioè nello strato dell'atmosfera, nel quale si sperimenta.

Non possiamo neppure convenire col nostro chiaro autore, riguardo al negare con esso la esistenza di nubi, dotate di elettricità negativa, la quale an-

---

(*) Élem. de phy. Paris 1856, t. 2.°, p. 795, li. 13.

(**) Météorologie de la Belgique, Paris 1867, pag. 207, li. 15.

che può nascere in una nube, tanto per la influenza elettro-positiva di un altra sulla prima, seguita dalla dispersione della omologa, quanto per l' avvicinamento di una nube alla Terra. Noi per conseguenza, in quanto alla elettricità negativa delle nubi, adottiamo le idee, sia di Peltier, sia dell' illustre Quetelet. Il primo di questi due fisici, nella sua memoria, che ha per titolo « Recherches sur la cause des phénomènes électrique de l' atmosphère (*), dice, p. 431, li. ultima « en un mot, il y a des nues transparentes, les unes » chargées d'électricité *résineuse*, les autres chargées d'électricité vitrée, et » intermédiairement des espaces neutres qui en sont les éclaircies » ; ed a pag. 433 (22.°) « Les pluies provenant des nnages *résineux* sont plus abon- » dantes, que celles provenant des nuages vitrés... et c'est sous l' influence des » masses de nuages *résineux* que naissent les tempêtes, et les inondations ». Troveremo confermata la esistenza di nuvole cariche di elettricità negativa nei paragrafi 45, 46, 52, 53, 57, e 58, della citata memoria del medesimo autore.

Il secondo dei citati fisici, nella sua recente opera pregievolissima, intitolata « Météorologie de la Belgique, comparée à celle du Globe par A. Que- » telet, Paris 1867, p. 245, li. 8, dice: Seulement ce savant (il ch. Palmieri) » ne va-t-il pas trop loin en niant absolument l' existence de nuages char- » gées d'électricité négative et en limitant la durée de l'époque, ou l'on ob- » serve de l'électricité positive, à celle où il tombe de la pluie ? J'ai observé » bien des fois la chute de la pluie pendant que l' électromètre accusait de » l'électricité négative; j'en cite ici quelques exemples, et pendant l' impres- » sion de ce mémoire, j'en ai observé de nouveaux ». Ed a pag. 257 l'autore medesimo continua dicendo « M. Palmieri nie absolument l'existence des » nuages négatifs... Ces idée me semblent trop exclusives: je ferai observer » seulement, que le Vésuve est plutôt un lieu destiné à reconnaître les effets » *accidentels* de l'électricité, qu' à établir sa marche régulière. Le lieu d'ob- » servation est tout à fait anormal ».

Credeva eziandio Volta, che trovandosi nell'atmosfera più nubi ad altezze diverse non solo, ma elettrizzate diversamente, le superiori fossero piuttosto elettrizzate in più, mentre lo fossero in meno le inferiori (**). Howard ammetteva, che durante la pioggia, vi sia nella inferiore atmosfera un generale stato

(*) Ann. de chim. et de phy. 3.ª série, t. 4.°, p. 389.
(**) V. Collezione delle opere di Volta, t. 1.°, parte 2.ª, p. 406, e 407.

negativo (*). Cavallo in una osservazione fatta dal medesimo col cervo volante, fra due rovesci di pioggia, seguitando però anche allora a piovere, trovò che la elettricità positiva, manifestata dallo strumento, e dipendente al certo dallo stato delle nubi superiori, si cangiò in negativa molto forte, all'arrivo di un grande cumolo, e si mantenne tale, sino a che il cumolo rimase al di sopra del cervo volante (**). Il paragrafo 1568 del Belli, opera citata t. 3.°, contiene quello che abbiamo qui riferito; ed altro ancora da esso giustamente osservato, per concludere la esistenza di nubi elettrizzate negativamente.

Dice inoltre il ch. Palmieri « Credo inutile poi il dichiarare come la » elettricità negativa, possa eziandio aversi quando cade la pioggia sul luogo » delle osservazioni; poichè questa accenna ad altra pioggia più intensa che » si trovi ad una certa distanza (200) ». In generale, il negativo che si ottiene *il più delle volte* dalla pioggia sul luogo delle osservazioni, dipende non già, come qui si asserisce, dalle pioggie lontane; bensì dal principio generale, che i corpi mentre discendono nell'aria libera, sempre divengono elettro-negativi; perciò la pioggia, la grandine, la neve, sono precipitazioni elettro-negative, salvo alcuni casi di eccezione, come per es. quando le nubi da cui precipitano sieno elettro-positive fortemente.

§. 34.

Nell'anno primo (1859), degli Annali del reale osservatorio meteorologico vesuviano (pag. 38, lin. 6 salendo), il ch. Palmieri enuncia la seguente legge, come da lui scoperta (pag. 39, lin. 3), nel 1853, cioè che « *ove cade* » *la pioggia si ha forte elettricità positiva con una zona intorno di elettri-* » *cità negativa, seguita da un'altra di elettricità positiva, la quale rapida-* » *mente declina in intensità, quasi tendendo a divenir nulla ad una certa* » *distanza* ».

Osserviamo in *primo* luogo, che Howard anteriormente al 1837, fu il primo ad immaginare questa presunta legge « Eravi nell'atmosfera, dice questo » fisico (201), un nembo di assai semplice struttura, il quale veniva da Nord-

(*) Phil. Mag. di Tilloch, t. 17, p. 10.

(**) Ibidem.

(200) Bullettino meteor. del collegio rom. vol. 2.°, an. 1863, p. 113, li. 21.

(201) Belli, Corso elem. di fisica sper., t. 3.°, an. 1838, p. 747, lin. 13, salendo, — V. anche, Bibl. Britann. t. 50, pag. 30.

» Est verso l' osservatore , lasciando cadere una copiosa e folta grandine , » mentre nelle altre parti , l' aria si mostrava trasparente. Durante un tale » ravvicinamento, non si ebbero segni elettrici da una spranca frankliniana, » in sino a che , il contorno del cappello del nembo , non arrivò allo zenit » dell'osservatore. In questo momento, e mentre il cadere della grandine era » ancora a tre miglia di distanza, si *cominciarono* ad avere de' segni di elet- » tricità *negativa*, i quali crebbero sino a dare delle buone scintille ai corpi » accostati alla inferiore estremità della spranga. Avvicinatosi il temporale » ancor più, i segni negativi diminuirono, sino a cessare del tutto. All'arri- » vare della grandine, la quale era mista a qualche goccia di pioggia, l'elet- » tricità si cangiò in positiva , e si aumentò sino a divenire più forte della » negativa precedente , e si mantenne tale durante tutto il tempo del pas- » saggio della grandine sopra l'apparecchio , e si dissipò per gradi all'allon- » tanarsi di nuovo di essa grandine. Si ebbe quindi nuovamente elettricità » negativa, la quale, dopo cresciuta ad una grande intensione, tornò ad in- » debolirsi. Finalmente allontanandosi il temporale dalla banda di Sud-Ovest » si ebbe una leggiera elettricità positiva ». Per ispiegare queste variazioni, » suppone Howard che la grandine cadente formasse una colonna elettrizzata » in più, di un diametro da sei a sette miglia inglesi, e che questa colonna » fosse circondata tutto all' intorno da un inviluppo cilindrico della grossezza » di circa tre miglia , ove prevalesse l'azione dell'elettricità negativa. L'elet- » tricità positiva centrale, viene attribuita anche da Howard , a una discesa » della ordinaria elettricità dalle alte regioni dell'atmosfera, la quale venisse » giù condotta pel nembo ». Non può negarsi adunque, che l'anteriore concetto di Howard, coincide con quello posteriore del Palmieri, anche per ciò che riguarda la distanza cui la influenza della nube agisce.

Secondo Belli, quelle parti dell'atmosfera e del suolo influiscono elettricamente sopra un elettrometro, le quali sono alla distanza di *sessanta* o *settanta* miglia, mentre tutte le altre parti, che sono fuori di questa sfera di azione, non influiscono più sensibilmente sull' istromento (202). Dunque 1.° l'azione elettro-atmosferica ed elettro-tellurica, a distanza grande sugli strumenti, fu riconosciuta eziandio da Belli prima del 1838 , cioè molto prima che fosse riconosciuta dal ch. Palmieri, e fu da quello riconosciuta eziandio più grande; poichè il secondo la fa giungere sino a sole 30, od a 40 miglia (203). 2.° Da

(202) Corso elem. di fisica sper., t. 3, p. 712, § 1538.

(203) Bull. met. del Coll. rom. , vol. 2, an. 1863 , pag. 13. — Ann. del R. osserv. Vesuviano, anno 1, del 1859, pag. 39.

tutto ciò siamo condotti ad ammettere, che la Terra influisce sopra un conduttore mobile, anche sino all'altezza di settanta miglia; quindi sarebbe soltanto fuori di quest' altezza, che un conduttore isolato potrebbe allontanarsi dalla Terra, od avvicinarsi alla medesima, senza manifestare gli effetti provenienti, dalla influenza elettro-negativa di essa. Per tanto il conduttore salente, dovrà in quelle piccolissime distanze dalla Terra, nelle quali si fa muovere, incontrare una forte influenza dalla elettricità terrestre. Dunque il conduttore mobile non può servire a manifestare la elettricità dell'atmosfera.

Secondariamente comincia la indicata legge con asserire « *che ove cade* » *la pioggia*, *si ha forte elettricità positiva* », inoltre a pag. 39, dei citati Annali del reale osservatorio meteorologico vesuviano lin. 21, si dice « In- » contra *tal volta* il caso di avere elettricità negativa durante la caduta della » pioggia sul luogo delle osservazioni ». Questi asserti, sono contro il fatto delle sperienze, almeno di quelle istituite a conduttore fisso, dalle quali si rileva, che nelle precipitazioni atmosferiche, la elettricità dagli elettrometri accusata, è *il più delle volte negativa*; e così dev'essere, perchè i corpi avvicinandosi alla Terra, sono da essa indotti negativamente. A me sembra che i distintissimi scienziati Quetelet e De la Rive, colgano nel vero, non escludendo la esistenza di nubi elettrizzate negativamente, e riconoscendo, che per una nube negativa, le fasi elettro-atmosferiche, debbono verificarsi al contrario di quello sopra esposto (204); e qui si avverta che questo contrario, dev'essere il più frequente. Ma concedendo, anche per un istante, la non esistenza di nubi elettro-negative, ed ammettendo che la nube mentre si risolve in grandine, od in acqua, debbano tali precipitazioni essere elettro-positive; ciò nulla ostante può accadere, ed è il caso più frequente, che avvicinandosi esse alla Terra, la influenza elettro-negativa di questa, le renda negative; come anche non escludiamo il caso, ed è il meno frequente, che la influenza ora indicata, non basti a renderle negative. Quindi è che le variazioni qualitative manifestate dagli elettrometri, durante le indicate precipitazioni, sarebbero a questo modo perfettamente spiegate.

Nei citati Annali (pag. 39, lin. 12), si dice « Per aversi dunque elet- » tricità negativa, tanto a conduttore fisso, quanto a conduttore mobile, è » assolutamente necessario, che ad una certa distanza dal luogo delle osserva- » zioni cada la pioggia, la grandine, o la neve; e però la elettricità negativa

(204) Annali citati, pag. 40.

» nasce solo per influsso della copiosa elettricità positiva che si svolge, quando
» le nubi si risolvono in pioggia od in neve, e non mai si hanno nubi do-
» tate di elettricità negativa loro propria , come spesso se le immaginarono
» i meteorologisti, fondandosi o sopra ipotesi arbitrarie, o sopra osservazioni
» malamente eseguite ».

È accaduto in vece a me più volte, di avere dal conduttore frankliniano, elettricità negativa, per appressarsi al medesimo una nube densa, ed i negativi che si ottengono con questo mezzo a cielo non burrascoso, per molti giorni mantenuto tale, dimostrano che il negativo elettro-atmosferico si può verificare senza precipitazioni, o di neve , o di grandine , o di pioggia lontana. Si aggiunga che la elettricità negativa , nata per influsso della copiosa elettricità positiva, che secondo il ch. Palmieri, si svolge quando le nubi si riducono in pioggia, o neve, consiste in una elettricità INDOTTA, la quale così restando, non ha tensione, quindi non può nè comunicarsi, nè indurre; perciò non può essere accusata dagli elettroscopi.

Si continua così nei citati Annali (pag. 40, lin. 26) « Ora col passaggio delle
» nubi sull'osservatorio, le quali spesso sono basse in modo da trovarmi in
» esse inviluppato per molti giorni consecutivi, non ho mai avuta elettricità
» negativa ». Ciò non si oppone alle viste di Quetelet e di De la Rive, perchè forse le nubi essendosi prodotte da vapori, che si sono innalzati dal mare, hanno in loro una elettricità positiva, come la posseggono i conduttori tutti che salendo si allontanano dalla Terra elettro-negativa. Se quelle indicate nubi, dopo aver soggiornato alquanto all'altezza indicata, e perciò dopo avere perduta una parte dell'elettricità positiva loro , fossero discese , certo avrebbero prodotto in un conduttore, posto nell' isolamento, una elettricità negativa.

In *terzo* luogo, sulla indicata legge, si prosiegue dicendo « *con una zona*
» *intorno di elettricità negativa, seguita da un altra di elettricità positiva* ».
Se così fosse, i primi segni che deve dare l'elettrometro atmosferico, quando ad esso avvicinasi la nube, debbono essere di natura elettrica, eguale alla omologa della nube inducente; perchè questa deve *precedere* sempre tutte le altre, come sappiamo dalla teorica della elettrostatica induzione. Perciò dovranno i primi segni dell'elettrometro essere positivi; perchè positiva è per ipotesi la elettricità inducente della nube. Inoltre poichè in questa medesima ipotesi la elettricità negativa, da cui la nube viene circondata, è una elettricità *indotta*, e perciò priva di tensione; così non dovrebbe mai l'elettrometro atmosferico dare segni di elettricità negativa, purchè non diminuisca la induzione procedente dalla nube.

Nel caso poi che questa induzione diminuisca, dovranno sempre nell' elettrometro durare i segni di elettricità positiva, cioè omologa della inducente; la quale finchè la nube conserva una carica positiva, impedisce la totale libertà della indotta negativa. Ma nelle indicate sperienze, cioè tanto in quella riferita precedentemente di Howard, quanto nell'altra indicata dal ch. Palmieri (205), le prime e più forti manifestazioni di elettricità dell' elettrometro, furono negative; perciò la seconda parte della legge formulata da questo fisico, si trova in opposizione colle sperienze stesse, le quali non indicano punto, la esistenza di quella zona elettro-positiva, che deve precedere le altre tutte, da cui viene circondata la nube procellosa elettro-positiva. Dunque a me sembra che le due sperienze qui riferite, quando fossero state fatte senza eccezioni, cioè col conduttore *fisso*, e non col mobile, come le fece il ch. Palmieri, per iscoprire la indicata pretesa legge (206), dovrebbero spiegarsi, o col ricorrere alla influenza terrestre, od anche, ammettendo che la nube in principio sia stata negativa, e poi sia divenuta positiva. Poichè vediamo in molti casi, da una stessa nube *temporalesca* precipitazioni, le quali da un momento all'altro cangiano la natura della elettricità, da esse comunicata ad un conduttore *fisso*, ed i casi medesimi sono assai frequenti. Potrebbero cioè nel primo caso spiegarsi le indicate sperienze, supponendo che la pioggia o la grandine, sebbene procedente da una nube positiva, ciò nulla ostante, per la sua discesa, cioè per avvicinarsi alla Terra, sia divenuta negativa tanto forte, da influire sull'elettrometro, assai più della nube stessa; la quale, giunta vicino all'elettrometro, fece poi manifestare a questo elettricità positiva.

La sperienza qui ricordata dal ch. Palmieri, viene da esso riferita con queste parole « Il giorno 27 luglio p. p. (1863) verso il mezzo giorno co-
» minciai ad osservare forte elettricità negativa con un cielo sereno purissimo,
» dominando un vento di N. O, che aveva la velocità di 10 metri a minuto
» secondo; cotesta elettricità negativa crebbe sino a 90° del mio elettrometro
» comparabile, e si sostenne per circa tre ore (207) ». Ora poichè la serenità visibile del cielo si mantenne sempre, a confessione dello stesso autore; così noi possiamo concludere, che questa sperienza prova una volta di più, potersi

---

(205) Bullettino meterologico del Collegio romano, vol. 2, del 1863, pag. 13.

(206) Bullettino meteorologico dell' osserv. del Collegio romano del 15 agosto 1863, vol. 2, pag. 113.

(207) Bullettino citato, pag. 113, li. 6.

avere dall'atmosfera la elettricità negativa, essendo tuttavia sereno il cielo visibile da una specola molto elevata, e non si distrugge questa conclusione dal sapersi che a 30 miglia distante dalla specola eravi un temporale, perchè la conclusione stessa riguarda un fatto, e non la sua causa. Inoltre siccome la elettricità negativa dell'atmosfera, si ottiene da un conduttore fisso, *in molti casi* periodicamente, cioè sul far del giorno, e sull'avvicinarsi della notte, senza grande turbamento atmosferico, perciò non possiamo ammettere la espressione seguente del nominato fisico, il quale dice « potei francamente impugnare la » voluta elettricità negativa a ciel sereno... (208) ». Dato e non concesso, che la causa del negativo in proposito, sia sempre un temporale alla distanza di molte miglia, forse per questo non sarà vero che l'atmosfera ove si osserva, sia negativa, ed a ciel sereno? Ogni effetto deve avere una causa, nè perchè questa si è trovata, si potrà negare ciò che appartiene all'effetto manifesto. Inoltre il negativo di cui si parla, può procedere da cause diverse, e non unicamente da quella, che il ch. Palmieri gli assegna. Una nube positiva lontana dal nostro zenit, rende positiva l'aria che circonda l'asta del nostro elettrometro, sia mobile o fissa; e bene, per questo non si dovrà riguardare proprio dell'aria medesima, il positivo accusato dall'istromento? Certo niuno negherà essere tale stato, proprio dell'aria.

In una Nota, che ha per titolo « Sull'origine dell'elettricità atmosferi- » ca (209) », l'autore medesimo riferisce quanto siegue « ... dopo di avere » *inventato* un apparecchio, la cui mercè si possono avere osservazioni pre- » cise, e comparabili, cominciai a scoprire fenomeni e leggi, di cui non ave- » vasi alcuna notizia, coadiuvato in ciò dalla opportunità del sito, sotto il » nostro limpido cielo, tra il continente ed il mare, all'altezza di 637^m sul » livello di questo, da scuoprire un orizzonte vastissimo ». In quanto alla invenzione di un apparecchio a conduttore mobile, già vedemmo (§ 33) a chi devesi attribuire. Inoltre osserviamo che le annunziate scoperte, le quali vengono dichiarate in appresso nella citata nota, poichè rivelate da un mezzo fallace, qual'è il conduttore mobile, non possono conciliarsi la fiducia di chi vede imparzialmente nelle ricerche di elettricità dell'atmosfera. Inoltre l'osservare in luogo molto elevato, è cosa ben fatta, ma queste osservazioni bisogna

(208) Bullettino citato, pag. 113 li. 12 salendo.

(209) Rendiconto della R. accademia delle scienze fisiche e matem. di Napoli, Fascicolo 2, Giugno 1862, pag 3, li. 5, della Nota estratta da esso.

che sieno accompagnate da quelle istituite contemporaneamente in luogo basso. La elettricità dell'aria è una variabile in quantità, ed in qualità, dipendentemente delle circostanze locali, sieno topografiche, sieno fisiche; quindi è che quelle leggi le quali si verificano in un luogo, possono mancare in un altro; e ad ogni stazione possono appartenere leggi di atmosferica elettricità diverse, quando sieno diverse in parte, od in tutto, le indicate circostanze. Finalmente ripeteremo (§ 33) con Quetelet, che debbono riguardarsi quali eccezioni, quei risultamenti elettro-atmosferici, che si ottengono in vicinanza di un vulcano.

Lo stesso autore continua così « .... e per giunta raramente fu possibile » avvedersi che ove cade la pioggia, ci ha sempre copioso svolgimento di » elettricità positiva, perocchè i conduttori fissi avendo per lo più isolatori » esterni, perdono tosto colla pioggia il loro isolamento; e poi osservando a » quel modo si fanno sempre troppo perdite . . . . Non avviene così al con- » duttore mobile, che permette di osservare con agio mentre cade la pioggia » senza mai perdere il suo isolamento (210) ». Se nel conduttore fisso il cappello che ricuopre la colonna di vetro verniciato con cera lacca, sia convenientemente costruito, la pioggia non potrà mai bagnarla, e l' isolamento necessario e *sufficiente* non mancherà mai mentre piove. Con questo conduttore si trova manifestata, per lo più, negativa la elettricità che la pioggia comunica al conduttore medesimo, e nelle pioggie temporalesche spesso avviene, che questa elettricità si trova essere alternativamente, ora positiva, ed ora negativa. Può accadere alcune volte, coll'elettrometro a conduttore fisso, che durando la pioggia, cessino i segni di elettricità; ma in questo caso non è la cessazione dell' isolamento la causa del fenomeno, bensì la mancanza di elettricità nella pioggia stessa, per effetto della mancanza d' isolamento nell' *ambiente* in cui la pioggia cade. Il conduttore fisso può essere non meno bene isolato del mobile, però questo non accuserà mai la vera elettricità dell'atmosfera, nella quale si trova immerso, bensì quello.

Prosiegue l'autore stesso col dire « È chiara finalmente la ragione della » più scarsa elettricità atmosferica nella stagione estiva, ed in pari tempo » s' intende come le pioggie in questa stagione, debbano più facilmente riuscire » procellose, con manifestazioni elettriche le più cospicue. La natura dunque » assai chiaramente dice, a chi bene la osserva, che quando i vapori si ri-

(210) Nota citata, pag. 4, li. 23.

» solvono in acqua, ci ha svolgimento di elettricità positiva (211) ». In vece a noi sembra la natura dire, a chi bene la osserva, che i vapori salendo divengono positivi tanto più, quanto più salgono; e quindi passando in acqua, conservano il positivo acquistato, il quale si manifesterà, se la induzione elettro-tellurica negativa, che subisce la pioggia col cadere, non distrugga del tutto il precedente positivo; ma questa distruzione avviene il più delle volte. Riguardo alla copia di elettricità nell'aria, maggiore in inverno, e minore in estate, osserviamo che non mancano eccezioni a questa regola ; poichè Wartmann riconobbe una elettro–atmosferica tensione molto forte, osservata da esso nei mesi di giugno, luglio, e agosto del 1858, nella Svizzera; ed attribuì giustamente questo fatto, alla evaporazione assai copiosa, che ivi si verificò in questi mesi (*).

L' autore medesimo istituì una sperienza, per trovare quale sia la elettricità che si svolge dal condensamento dei vapori : quindi asserisce che dalla sperienza medesima « si vedea piccola ma costante tensione di elettricità po» sitiva, annunziata dal moto della foglia d'oro (212)». In questa sperienza certo ha luogo il sollevamento del vapore, il quale come tutti gli altri corpi che salgono, si mostrano positivi, per effetto della elettricità negativa terrestre, come più volte si è detto.

« Le osservazioni da me fatte, dice lo stesso fisico, sul periodo diurno » (quantitativo), e sulle condizioni dei massimi e dei minimi, sono confer» mate da quelle di recente istituite in Roma dal p. Secchi; il quale con quel » fino discernimento che lo distingue, sta dando un nuovo impulso alla me» teorologia elettrica (213) ». Il celebre p. Secchi, quantunque possegga un finissimo discernimento, adopera tuttavia come il Palmieri, il conduttore salente, che non è affatto acconcio per denotare la elettricità dell' atmosfera, nè in qualità, nè in quantità, come in più guise abbiamo già dichiarato.

E da ultimo, egli continua dicendo, «come si darebbe ragione della mag» gior copia di elettricità nel verno, in confronto colla state ? (214) » Questa maggior copia di elettricità nel verno, relativamente a quella in estate,

---

(211) Nota citata, pag. 5, li. 18.
(*) Cosmos, t. 12, an. 1858, p. 116.
(212) Nota medesima, pag. 6, li. 6.
(213) Ibidem, pag. 11, li. 10.
(214) Ibidem, pag 12, li. 3.

rilevasi dagli elettrometri a conduttore salente ; ma con quelli a conduttore fisso, munito di condensatore a pile secche , *mi pare* che in molti casi non si rilevi. Ciò potrebbe dipendere dall' essere la Terra nel verno più negativa che in estate, come anche dall'essere la evaporazione terrestre minore in inverno, e maggiore in estate ; ma non vogliamo su ciò concludere definitivamente, non avendo noi sperimentato a bastanza per questa ricerca.

Prosiegue l'autore col dire « per la qual cosa io mi penso, che i vapori » che si elevano dal suolo allo stato aeriforme, non portino tensione di sorta, » giacchè essa si neutralizza ben presto in contatto del suolo; ma quando i » vapori liberi nell'aria sono costretti ad addensarsi, allora svolgono elettricità » positiva , onde il condensamento dei vapori , e massime la riduzione loro » allo stato liquido, è la vera cagione prossima della elettricità che si mani- » festa nell'aria (215) ». Qualunque corpo sia solido , sia liquido , sia fluido elastico, elevandosi dalla Terra nell'aria libera, manifesta la elettricità positiva, quanto più s' innalza , e non ha qui luogo veruna neutralizzazione ; purchè l'atmosfera non sia temporalesca , o negativa , ed anche purché non cada la pioggia, od altro. Perciò mi sembra, che la principale causa dell' atmosferica elettricità, si debba riconoscere nel fluido elettrico positivo, che portano seco i vapori, quando sollevansi dalla Terra, e non già nella riduzione allo stato liquido dei vapori stessi.

Asserisce l'autore che « nella state la elettricità dell' atmosfera è gene- » ralmente scarsa (216) ». Torniamo qui a riflettere, che quando ciò si verificasse unicamente col conduttore salente , non sarebbe un fatto bene accertato ; perchè la elettricità della Terra influisce sui conduttori mobili. Ciò si è da noi dimostrato in più guise; ma questa verità fu riconosciuta eziandio da Peltier, il quale nella sua memoria, che ha per titolo « Recherches sur la cause des phénomènes électriques de l'atmosphère (*), ritiene come dimostrato ad evidenza, che la Terra influisca sui conduttori mobili, alterando gli effetti della vera elettricità atmosferica sui medesimi (p. 395, § 18...). Lo stesso meteorologo in fatti (mem. citata, p. 394, li. 6 salendo) dice « L' indication » de l' instrument n'est point la mesure de l' influence électrique, mais celle

---

(215) Opera citata, pag. 12, li. 14.

(216) Ibidem, li. 23.

(*) Ann. de chim. et de phy., 3.ª série, t. 4.°, an. 1842, p. 389.

» de ce qui n'a pu s'éculer par l'aire humide », ed a p. 401, li. 17, dice ancora « La cause de cette difference provient de ce que l'action du globe croit plus » vite sur le bout inferieur de la tige que sur le bout superieur », il medesimo autore a pag. 402, li. 11, così esprimesi « On voit par ce qui précède » qu' il en est dans la nature comme sous l' influence d' un corps électrisé ; » on n'obtient dans l'atmosphère qu'un distribution inégale d'électricité prou- » venant de l' action resineuse de la terre ».

Il ch. Palmieri continua col dire « Se si guardi il solo fatto del- » l'evaporazione, convengo che si ricorrerà ad una causa insufficiente a fare » intendere la prodigiosa copia di elettricità dell'atmosfera; perocchè la elet- » tricità negativa del suolo deve in breve equilibrarsi . . . . (217) ». Qui si ammette che la Terra sia elettro-negativa, e poi niuna importanza si attribuisce a questa elettricità , rispetto ai corpi che nell' isolamento si allontanano dalla Terra stessa , e che debbono essere influenzati dalla elettricità sua , quanto più sono alla medesima vicini , dovendo abbandonare tanto più la indotta, quanto più sono lontani.

§. 35.

Nel Bullettino dell' associazione nazionale italiana di un mutuo soccorso degli scienziati, letterati, ed artisti (218), si legge quanto siegue « Il prof. » Palmieri in una sua memoria difende il metodo del conduttore mobile per » le osservazioni di meteorologia elettrica, contro le obbiezioni mossegli dal » prof. Volpicelli, e combatte l'opinione di costui, che la terra sia come vuole » Peltier originariamente elettrizzata di elettricità negativa, dimostrando in- » vece che la terra prende sempre una elettricità opposta a quella dell'aria ». Non sempre la elettricità della Terra, si oppone a quella dell'aria; giacchè la elettricità di questa, molte volte si trova essere negativa, come la terrestre. Inoltre già vedemmo in più luoghi , che anche il Palmieri ammette la esistenza dello stato elettro-negativo terrestre; da ultimo abbiamo già dimostrato, e lo dimostreremo in appresso anche meglio, che il conduttore mobile non è acconcio a determinare la elettricità dell'aria.

---

(217) Opera citata, p. 13, li. 7.

(218) Napoli, dispensa IV, pag. 253, pubblicata nel 7 agosto 1863, dallo stabilimento tipografico, vico Ss. Filippo e Giacomo, num. 26.

Nel Rendiconto dell'accademia delle scienze fisiche e matematiche della società Reale di Napoli (219) il ch. prof. Palmieri fa osservare che « L'ap- » parecchio a conduttore mobile, da esso adoperato nello studio della elettri- » tricità atmosferica, raccolse i suffragi di uomini autorevoli, e specialmente » quelli del ch. p. Secchi ». Faremo anche dalla parte nostra osservare in appresso, che non mancano scienziati, per lo meno di eguale autorità, i quali ancora si attengono al conduttore fisso, e non adottano il mobile per l' indicato studio. Diremo per ora, che l' illustre Airy, nel R. osservatorio di Greenwich, da esso diretto, ed il chiarissimo W. Thomson, che tanto si è occupato di elettricità atmosferica, non si servono affatto del conduttore mobile in queste ricerche (220). Confessa lo stesso Palmieri « . . . esservi dei meteorolo- » gisti, che continuano ciecamente ad avvalersi dei conduttori fissi, terminati » a punta od a fiamma (221) ». Dunque non mancano partigiani del conduttore fisso, dai quali si reputa il mobile non adatto; e noi crediamo che i medesimi soltanto battano la via del vero, nelle ricerche di elettricità dell'aria. Abbiamo due sommi oracoli, che riguardano erroneo l' uso del conduttore mobile, nelle ricerche di atmosferica elettricità, e sono il ragionamento, e la sperienza esattamente istituita: questi oracoli valgono più di quei viventi, dai quali è l'uso medesimo applaudito.

Il Riess per supplire ai *pretesi* difetti dell' asta fissa, propone applicare a questa una fiamma, e non un conduttore mobile (222). A Kew presso Londra, si adopera tanto la punta fissa, quanto la fiamma fissa, non già s fa uso del conduttore mobile, e secondo il Riess (223), l' apparato elettro-atmosferico di Kew, è il più perfetto di questa specie di strumenti: altrettanto dice il De la Rive (224). Ecco pertanto altri oracoli, che pure meriterebbero di essere apprezzati, nel decidere intorno all'attuale quistione.

Il ch. Palmieri nell'ora citato Rendiconto, fa note alcune nuove modificazioni, da esso arrecate al conduttore mobile, per migliorarne le indicazioni

---

(219) Anno V, pag. 245, e seguenti, adunanza del 14 luglio 1866.

(220) Ann. de chim., et de phy., 4.ª série, an. 1866, t. 7.ª, pag. 148, e seguenti.

(221) Annali del reale osservatorio meteorologico vesuviano, anno 1, del 1859, p. 12, lin. 21 salendo.

(222) Die Lehre von der Reibungselektricität, Berlin 1853, t. 2, § 1034, p. 497.

(223) Ibidem.

(224) Traité d'électr., t. 3.°, p. 101.

elettro-atmosferiche. Se però, come noi crediamo fino ad ora, il conduttore mobile non è assolutamente acconcio, per fornire le indicazioni alle quali viene destinato, si rende inutile ogni miglioramento in esso introdotto. Il nominato fisico sul fine della pag. 246, dello stesso rendiconto dice « Coloro » che hanno fatto osservazioni col metodo del conduttore mobile, avranno » potuto notare, che la tensione che si ha nel discendere, è minore di quella » che si ha nel salire, contrariamente a quello che aveva supposto il Peltier. » Da prima io sospettai, che siffatta disuguaglianza potesse derivare da che » il conduttore nel salire si espone all'aria, e nel discendere s' interna nella » cameretta . . . ; ma vidi che nell'aria libera la detta differenza egualmente » sussisteva . . . » Ho verificato anch' io questo fatto, ma la spiegazione del medesimo a me sembra dover essere la seguente. Certo è che il conduttore mobile nel salire diviene elettro-positivo, e nel discendere mostrasi elettro-negativo; e siccome per lo più l' aria trovasi elettro-positiva, così è chiaro che il negativo del conduttore discendente, combinandosi per parte col positivo dell'aria, deve mostrare una tensione, minore di quella manifestata dal medesimo nel salire. Quando poi l' aria sia carica di elettricità negativa, potrebbe accadere l' opposto, cioè potrebbe il positivo del conduttore salente, avere minor tensione del negativo nella sua discesa.

Con questo medesimo principio, si spiega eziandio perchè la elettricità negativa, il più delle volte si disperde con rapidità maggiore della positiva; ciò avviene perchè il più delle volte la elettricità dell'aria, si trova essere positiva. In fatti non possiamo in primo luogo razionalmente ammettere, che una qualunque delle due contrarie elettricità, possegga nelle medesime circostanze, ed in un coibente neutro, una facoltà dispersiva maggiore dell'altra; in secondo luogo non possiamo neppure ammettere, che in un ambiente, per esempio elettro-negativo, ed a parità di circostanze, la elettricità negativa si disperda più rapidamente della positiva, e viceversa; in terzo luogo Biot, non trovò ne' suoi sperimenti ragione, per attribuire ad una delle due elettricità, in parità di circostanze, maggior dispersione che all'altra (225). Non mancano fisici, che riconoscono consistere nella elettricità dell' ambiente, la causa della maggiore dispersione di quella elettricità, che alla prima è contraria: noi sia-

(225) Traitè de physique. Paris 1816, t. 2.°, p. 256.

mo anche di questo parere, non ostante le sperienze in contrario del Belli (226).

Sperienza 4.ª In fatti se fra due elettrometri a pagliette, identici fra loro, caricati egualmente, uno di positivo, l'altro di negativo, pongasi a conveniente distanza, il bottone di una bottiglia elettrizzata; la elettricità contraria di quella che appartiene alla bottiglia, da me si trovò dispersa, prima dell'altra, omologa rispetto la carica della bottiglia stessa. Questa sperienza fu ripetuta colla bottiglia caricata nell' interno, una volta di positivo, ed un'altra di negativo; ed il risultamento fu sempre quello che sopra enunciammo.

Abbiamo inoltre dal ch. prof. più volte nominato, ciò che siegue: « di» mostrai che esponendo all' aria libera un vase metallico pieno d'acqua, e » per uno o più fori facendone spargere il liquido, se il vase sia isolato, si » elettrizzerà nei tempi ordinari, di elettricità positiva, e se il liquido si rac» colga in un vase metallico isolato, si avrà da questo elettricità negativa. » Se la sperienza si faccia quando la elettricità atmosferica è negativa, gli » stessi fenomeni accadranno in ordine inverso (227) ». Qui si vede quanto la influenza elettro-tellurica sia potente; poichè sebbene il vase metallico sia positivo, e perciò anche l'acqua in esso contenuta, tutta via, raccogliendo in altro vase metallico isolato l'acqua discesa dal primo, questa si trova negativa; e ciò deve attribuirsi alla influenza elettro-negativa terrestre, che rende negativi tutti quei corpi, che discendendo si avvicinano al nostro suolo. L' inverso può verificarsi soltanto quando avvi forte perturbazione elettro-atmosferica, come avviene allorchè nei tempi burrascosi o presso che tali, vediamo la pioggia manifestare una elettricità positiva, mentre nell'ordinario manifesta essa elettricità negativa. Inoltre dal riferito brano viene ammessa, la elettricità negativa dell'atmosfera dallo stesso fisico; lo che si accorda col mio modo di vedere mediante il conduttore fisso, ma non col conduttore mobile.

Dice lo stesso autore « Il metodo del Thomson, vale quanto quello del » conduttore fisso a fiamma, ed offre perciò i medesimi inconvenienti (228) ». Noi mostrammo, e mostreremo ancora, che questi inconvenienti non esistono affatto, come non esistono pel ch. Airy, e per tutti gli altri che adopreranno, e che adoperano ancora il conduttore fisso.

---

(226) Corso elem. di fisica sperimentale, vol. 3.°, Milano 1838, p. 543, lin. 19.

(227) Rendiconto dell'accad. delle scienze fisiche e mat. della R. società di Napoli, 1866, Anno V, fasc. 1, pag. 19.

(228) Luogo citato, pag. 21.

Continua l'autore nel citato luogo, lin. 14, dicendo « Finora il solo apparec-
» chio che dà le minime perdite per l'umido, è quello del conduttore mobile, ma
» quello che più monta, con esso non solo si conosce quando queste perdite
» vi sono, ma si ha un facile metodo per valutarle ». Qui ripetiamo che le indicazioni elettriche del conduttore mobile, non appartengono esclusivamente alla elettricità dell'atmosfera, ma dipendono in maggior parte della influenza elettro-tellurica sopra esso.

Poco appresso nel citato luogo, lin. 25, l'autore stesso dice «Bisognava sapere
» quali sono le condizioni necessarie per avere forti, o deboli, tensioni nel-
» l'aria . . . quando è che la elettricità atmosferica di positiva diviene nega-
» tiva, ecc. ». Anche da questo tratto si conclude, che l'autore ammette la elettricità negativa dell'atmosfera; però questa elettricità rarissime volte viene accusata dal conduttore mobile, allor quando l'accusa evidentemente il conduttore fisso.

§. 36.

Da ultimo veniamo a rispondere nei seguenti paragrafi, alle obbiezioni di taluni contro il conduttore fisso, ed in particolare a quelle pubblicate dal ch. Palmieri, nel suo corso alla università di Napoli, tradotte in idioma francese nella « Revue des cours scientifiques, 2.e année - 1.er semestre, an. 1864-65, p. 43, e seguenti ». Si dice primieramente (lin. 7 salendo) riguardo alle osservazioni fatte col conduttore fisso « Quand bien même on au-
» rait un bon électromètre, qui pourrait donner des mesures absolues, les ob-
» servations ne seraient pas encore exactes, parce que les tensions mesurées
» ainsi ne sont pas dans une relation constante avec l'électricité libre que
» contient l'air ». Noi crediamo il contrario, perchè il conduttore avrà sempre la stessa elettrica tensione, che appartiene all'atmosfera, colla quale si trova continuamente in contatto, come già fu dimostrato (§ 32, 4.°, 5.°). Quindi è che ad ogni variazione di elettrica tensione atmosferica, dovrà corrisponderne una eguale nel conduttore fisso. Allora soltanto un corpo elettrizzato perde in tutto, od in parte la elettrica sua tensione, quando si trova in un ambiente di tensione costantemente nulla, o minore di quella del corpo medesimo, come appunto accade al conduttore caricato di una macchina elettrica, ed immerso nell'atmosfera in istato neutrale. Qualunque sia lo stato igrometrico, vale a dire la conducibilità dell'atmosfera, certo è che la elettrica sua tensione, sarà quella stessa, del conduttore ben isolato, ed immerso in quel medesimo ambiente. Imperocchè quando gl'isolamenti dell'elettro-

metro atmosferico fisso, consistano in un vetro verniciato di cera lacca, certo gl' isolamenti così fatti, condurranno sempre assai meno dell'aria, nella quale sono immersi, e perciò non potranno essi mai diminuire la elettrica tensione del conduttore stesso, più di quello che la diminuisca l'ambiente, il quale perciò sarà sempre ad egual tensione col conduttore fisso. Quando il conduttore fisso, e bene isolato, mostri essere nel medesimo la elettricità nulla, per mezzo del più squisito elettroscopio, certo dovrà essere sensibilmente tale : in fatti se la umidità l' abbia dissipata, il conduttore fisso non deve accusarla ; perchè altramente accuserebbe quello che non esiste. Se poi con mezzi diversi dall'asta frankliniana fissa, ci venga fatto, *in questo caso*, trovare indizio di elettricità, come appunto col mezzo del conduttore salente sempre avviene, si deve a buon diritto dubitare di così fatti mezzi. Quando il conduttore fisso dà con certezza lo stato neutrale di elettricità, ciò potrebbe corrispondere, in quel momento, anche al passaggio dell'elettrico atmosferico dal positivo al negativo o viciversa; ma quando il conduttore fisso, nello stato non eccezionale dell' atmosfera, fornisce o zero, o negativo, il conduttore salente dà sempre positivo. Ciò basta per escludere questo mezzo, nelle ricerche della elettricità, che appartiene all'atmosfera.

Si dice inoltre nel citato luogo, lin. 10 « L'électricité qu'on trouve sur les » conducteurs isolés et exposés à l'air libre, ne leurs est pas communiquée par » le contact de l' aire ambiant ; elle leur vient des régions supérieures de » l'atmosphère. Voilà pourquoi le conducteur terminé par une ou plusieurs » pointes, ou par une flamme, a besoin d'une certain temps pour se charger » et pour arriver au maximum de tension correspondante à l' heure de l'ob- » servation. Le temps est à peu près de cinque minutes, et cela suffit pour » qu' on puisse avoir des pertes considérables et très-diverses ». Primieramente osserviamo, che la elettricità ottenuta col conduttore fisso è, *nei tempi ordinari*, *comunicata* dall'atmosfera al medesimo conduttore.

Sperienza 5.ª In fatti, se usando il condensatore a pile secche, si prenda la elettricità dell'atmosfera col conduttore fisso, avendo però prima fatto comunicare col suolo metallicamente il conduttore medesimo, si avrà la stessa elettrica manifestazione, che si era ottenuta un momento prima, quando il conduttore stesso era isolato. Ciò ne fa concludere, che nei tempi non di eccezione, la elettricità è al conduttore fisso *comunicata* dall'aria ; perchè se fosse un effetto non di comunicazione, ma di sola induzione, non si potrebbe ottenere dal conduttore, prima posto a comunicare col suolo, quella stessa

tensione, che si ottenne un momento innanzi dal medesimo isolato. Il tempo, secondo le mie sperienze, che occorre, affinchè il condensatore si carichi quanto può della elettricità atmosferica, mediante il conduttore fisso, non supera 20 secondi; e non è vero che per ottenere questa completa carica, faccia d'uopo un tempo di cinque primi.

Nel citato brano, l'autore torna sulle perdite considerabili della elettricità atmosferica, subite dal conduttore fisso, Quantunque abbiamo già sufficientemente risposto a questa mal fondata obbiezione, tanto nell'attuale paragrafo, quanto nel § 32, 4.°, 5.°; tuttavia trattandosi del *principale* argomento, contro l'uso del conduttore fisso, faremo a sua difesa le altre seguenti riflessioni, che svilupperemo anche più del bisogno.

Primieramente osserviamo, che quando la punta fissa, bene isolata, mostra la elettricità nulla, certo essa dev'essere tale: in fatti se la umidità l'abbia dissipata, la punta non deve accusarla; perchè altramente, accuserebbe quello che non esiste: il vero elettrometro atmosferico, deve accusare la elettricità che resta nell'aria, non quella che l'aria stessa dissipò nel suolo. Se poi con mezzi diversi dalla punta fissa, ci venga fatto trovare *contemporaneamente* un indizio forte di elettricità, si debbono riguardare a buon diritto erronei questi mezzi. Quando la punta fissa dà 0.° veramente, cioè adoperando le opportune cautele, ciò, come già fu detto, può essere anche perchè s' incontra in quel momento il passaggio dell'elettrico atmosferico, da una nell'altra sua qualità; ed anche può essere perchè l'elettrico stesso, in quel momento sia nullo , senza che abbia luogo verun passaggio; ma non può essere mai la punta fissa insufficiente a mostrare la elettricità dell'aria quando esista, purchè si adoperi un elettrometro condensatore a bastanza sensibile, cioè a pile secche, e con piattelli grandi. Conchiudiamo : dal vedere che quando il conduttore fisso non accusa veruna elettricità, quello mobile ne mostra una di tensione, grande tanto, da essere manifestata pure da un elettrometro *semplice*, abbiamo un argomento sufficiente, per escludere il conduttore mobile in sì fatte ricerche. Questo conduttore ha sedotto i meteorologisti, per la copia grande di elettricità che agevolmente si manifesta con esso; però la elettricità medesima, non è quella da loro cercata.

Secondariamente, la punta fissa mi ha dato, posso dire, assai di rado segno di elettricità nulla, come rilevasi dalle sperienze, che sono registrate in fine della mia terza nota, sulla elettricità dell'atmosfera (*), e dalla continuazione loro,

(*) Atti dell'accad. pont. de' Nuovi Lincei, t. 14, p. 270, e 357.

salvo quando mi sono combinato a prenderla, nel suo passaggio, dal +° al —°, e viceversa; ovvero quando la umidità, divenuta grande assai, rendeva l'aria perfettamente conduttrice. Inoltre, poichè il conduttore fisso manifesta sempre la elettrica tensione dell'aria, quando è diversa dallo zero, e la manifesta bastantemente sensibile, così quante volte in queste manifestazioni non apparisse periodo alcuno diurno, cioè legge qualunque periodica, dovremmo uniformarci ai risultamenti sperimentali, e non esigere dalla natura quello che la medesima non produce; bene inteso, relativamente alla località in cui si sperimenta, e per le condizioni che accompagnano le sperienze.

In terzo luogo, supponiamo che nell'aria da cui viene circondato il conduttore fisso, esista una qualunque siasi elettrica tensione; questa dovrà pure comunicarsi alla parte metallica isolata, ed esterna dell'elettrometro atmosferico; e se la parte coibente di esso, fosse più conduttrice dell'aria, dovrebbe la tensione indicata disperdersi nel suolo, scorrendo lungo la superficie del medesimo coibente. Ma se questo sia bastantemente isolante, cioè *vetro coperto di cera lacca*, come appunto viene praticato in tutte le aste fisse, per simili ricerche, il coibente indicato sarà sempre molto meno conduttore dell'atmosfera che lo circonda; la quale, sempre possiede affinità molto più grande pel vapore acquoso, di quello che il coibente stesso. Per tanto, se l'aria conserverà una data elettrica tensione, questa sarà non meno conservata dalla parte metallica dell'asta frankliniana, e dalla medesima sarà comunicata all'elettrometro condensatore; il quale, allorchè sufficientemente sensibile, dovrà in quantità, ed in qualità manifestarla. Dunque per la umidità l'apparato elettro-atmosferico a conduttore fisso, non può disperdere nel suolo la elettricità dell' atmosfera, più di di quello che per la umidità stessa, viene dispersa dall' aria. Generalmente possiamo dire, che qualunque sia la umidità dell'aria, sempre la resistenza, che il coibente immerso in essa, oppone al passaggio dell'elettrico atmosferico, non sarà mai minore di quella, che gli oppone l'aria stessa. Perciò l'elettrometro, condensatore, se *a bastanza sensibile*, dovrà sempre accusare la elettrica tensione dell'aria: se poi non l'accuserà, dovremo concludere che la tensione medesima è sensibilmente nulla. Dunque non già si deve proscrivere il conduttore fisso, ma bensì gli antichi e torpidi strumenti, non adatti a manifestare la esistenza delle deboli tensioni elettro-atmosferiche, dovendosi ai medesimi sostituire quelli, che oggi la scienza somministra; ma non già il conduttore salente.

Poniamo inoltre, che la conducibilità dell'aria, circostante al conduttore fisso diminuisca, dovrà crescere la elettrica tensione atmosferica; e siccome

gl' isolamenti del conduttore stesso, debbono sempre condurre meno dell'aria, nella quale sono immersi, perciò nel conduttore fisso dovrà pure crescere corrispondentemente la elettrica tensione.

Crescendo ancora la *dielettricità* dell'aria, crescerà non meno quella degl' isolamenti del conduttore fisso: quindi se l'aria contenga elettrico, sarà da essa meno , e dalla parte coibente del conduttore fisso molto meno ceduto al suolo; perciò come nell'aria, così nella spranga frankliniana, crescerà la elettrica tensione , la quale sarà fedelmente comunicata all' elettrometrico istromento.

Da ultimo, l'aria giungendo ad essere il più possibile dielettrica non più disperderà sensibilmente , e così pure la spranga fissa , dalla quale l'elettrometro, sia condensatore o no, riceverà una carica corrispondente alla elettroatmosferica tensione. In fatti Erman ha dimostrato, per mezzo di sperimenti, che l'asta fissa bene isolata, è mezzo acconcio per assegnare la elettricità dell'atmosfera, e che l'obbiezioni per la influenza della umidità non sussistono (229). Dunque non giova ricorrere alla conducibilità del conduttore fisso, per negare al medesimo la preferenza; poichè, come abbiamo già più volte dimostrato, il coibente resinoso, da cui viene isolata l'asta fissa, condurrà sempre meno dell'aria che lo circonda ; perciò quando la coibenza dell'aria sia giunta a fare equilibrio colla tensione della elettricità sua, dovrà meglio ancora far equilibrio con questa, la parte coibente dell'asta fissa; e ciò basta.

§. 30.

Allorchè l'atmosfera non è perturbata notevolmente, alzando di un solo centimetro un conduttore isolato , si ottiene subito dal condensatore a pile secche , una manifestazione di elettricità *positiva* , eziandio quando un conduttore fisso manifesti nel tempo stesso, ed alla medesima distanza dal suolo, una elettricità *negativa*. Questa diversità di risultamenti nella natura dell'elettrico , non può dipendere dalla induzione positiva degli strati superiori dell' atmosfera ; perchè in *primo* luogo l' innalzamento indicato del conduttore mobile, si deve riguardare sensibilmente nullo, rispetto alla supposta elevatissima sorgente della induzione; in *secondo* luogo perchè questo avvicinamento tenuissimo, potrebbe al più, portare una differenza nella *quantità* dell'elettrico,

(229) Gilbert, Annalen der Physik 1803, vol. 15, p. 395, e 396.

non già nella *qualità* sua. Nè può ricorrersi alla conducibilità del conduttore fisso, a render conto della indicata differenza, sia per quello che abbiamo estesamente detto in proposito, sia per la sperienza, che c' insegna essere, nei tempi di turbamento notevole atmosferico, il conduttore mobile in accordo sempre col fisso, quanto alla *natura* della elettricità manifestata da essi. Ora, se la conducibilità fosse cagione della indicata diversità di risultamenti, si dovrebbe molto meno verificare questo accordo, nei tempi di perturbazione atmosferica, nei quali è generalmente grande la umidità dell'aria, donde la conducibilità degl' istromenti deve riguardarsi accresciuta. Quando realmente la induzione che prevale, sopra un conduttore isolato, proviene dall'atmosfera superiore ad esso, come allorchè una, o più nubi temporalesche sono in vicinanza del conduttore medesimo, allora vediamo che il conduttore fisso, va d'accordo col mobile, quanto alla natura dell'elettrico manifestato dall'uno e l'altro. Però la quantità manifestata dal mobile, non si accorda mai con quella, che ad un tempo accusa il fisso, posto all' altezza medesima cui fu il mobile innalzato; e ciò per le perturbazioni subite da questo, e non da quello: dunque il conduttore fisso deve conservarsi, ed il mobile deve abbandonarsi.

Dice il ch. prof. Palmieri: « Dopo gli studi fatti da me in Italia sul» l'uso dei conduttori fissi, sarebbe omai tempo di sapere in qual conto si » debbono avere le osservazioni fatte con essi (230) ». Sembra, da quanto abbiamo esposto, e da quanto esporremo, che gli studi fatti non sieno ancora completi; giacchè una discussione fra le sperienze fatte *contemporaneamente* col conduttore fisso, e col mobile, esplorando nel tempo stesso la elettricità della Terra, non fu eseguita da quelli che sostengono l'uso del conduttore mobile. Ognuno vedrà che senza fare questi confronti, che da me furono incominciati, e continuano ancora, nella università romana, è impossibile riconoscere quale dei due conduttori, se il mobile, od il fisso, debba preferirsi nel ricercare la elettricità dell'atmosfera.

Dice altresì, lo stesso ch. autore « La meteorologia elettrica ha bisogno » di misure assolute e comparabili, e queste fin' ora si possono avere solo » coll'elettrometro bifilare e col conduttore mobile (231)». Abbiamo veduto, e vedremo ancor meglio, che il conduttore mobile, non è il mezzo col quale

(230) Rendiconto dell'accad. delle scienze fisiche, e mat. della R. Società di Napoli, 1866, an. V, fasc. 4.°, pag. 124, (2.°).

(231) Opera ultima citata, p. 125, (4°).

si può sperimentare la elettricità dell' atmosfera ; ed in quanto ad escludere tutti gli elettrometri, eccetto quello bifilare, nella misura della elettricità, mi sembra proposizione troppo generale ; poichè qualunque sia l' elettrometro , purchè a bastanza sensibile, se presa una opportuna unità di misura, e fatta con questa una conveniente scala empirica per quell' istromento, potremo sempre ottenere il valore numerico della carica elettrica, relativamente alla unità di misura che fu adottata.

Si dice ancora dal nominato fisico « I conduttori fissi terminati a punta » spesso non mostrano elettricità, non perchè nell'aria non vi sia, ma per- » chè si sperde per la umidità dell'ambiente. Se la stessa macchina elettrica » in alcuni giorni rimane inefficace, come si vuol pretendere di avere elet- » tricità dai conduttori fissi, esposti all'aria libera ? (232) ». *Primieramente*, rarissimo è il caso, in cui dal condensatore a pile secche, non si abbiano indizi di elettricità dell'atmosfera. *Secondariamente*, per essere cosa evidente, che il conduttore fisso non deve annunziare quello che si disperde, ma soltanto quello che resta nell'aria, cioè quella elettricità divenuta *statica* in essa; perciò l'osservare che quando la elettricità si disperde , l'asta fissa non la manifesta, è argomento valevolissimo a favore dell' asta frankliniana. Similmente quando la macchina elettrica non fornisce la elettricità , segno è che non si produce, vale a dire segno è che quella del disco si neutralizza colla contraria dei cuscinetti, senza poter nè indurre sul conduttore, ne venir assorbita dalle sue punte. Dunque anche la macchina elettrica, quando l'ambiente sia divenuto buon conduttore per la umidità sua, dice il vero.

Nel num. 41 , del 19 novembre 1863 , pag. 665 (Les Mondes t. 3.° Science pure), si trova un'analisi del bullettino meteorologico del Collegio romano , fatta dal sig. Eugenio Grellois ; ed all' articolo « Variations diurnes de l' électricité » , si legge « 2.° Par le temps humides il y a une disper- » sion de l'électricité, qui rend illusoires les resultats de quantité ; mais les » signes n'ont jamais été trouvés differentes. Le prof. Palmieri l'avait déjà indi- » qué ». Quì si osservi , che la dispersione non è causa , che illusori può rendere i risultamenti di quantità; perchè da quanto precede, si conclude non essere la elettricità dispersa, quella che si cerca, ma invece si deve prendere quella che resta, cioè la *statica*, la quale sola costituisce la elettricità vera dell'atmosfera e si ottiene dall' asta fissa. Inoltre , se i segni della elettricità non

---

(232) Ibidem, (5.°).

furono trovati mai negativi nei tempi ordinari, ciò deriva dall'uso del conduttore salente, il quale non può essere adottato, per avere i segni della vera elettricità, che appartiene all'atmosfera.

Dunque il conduttore fisso, cioè frankliniano, è sempre, quando si adoperi convenientemente, un fedele testimonio della elettrica tensione appartenente *a quello stato di elettro-equilibrio atmosferico, nel quale si trova esso collocato stabilmente*. Imperciocchè la parte metallica del conduttore stesso, non può cedere all'aria la elettricità sua, perchè dall'aria gli viene comunicata; non la può cedere al suolo più dell'aria, nè quanto questa, perchè trovasi dal suolo medesimo bastantemente isolato, cioè meglio isolato dal suolo, di quello che da esso lo isoli l'aria: quindi è che deve sempre conservare una elettrica tensione uguale a quella dell'aria circostante. D'altronde questa tensione varia nell'aria, perchè in essa varia la conducibilità, vale a dire il suo stato igrometrico; variazioni che ci sono fedelmente accusate dall'asta frankliniana, la quale si deve trovare sempre in condizioni *elettrostatiche*, identiche a quelle in cui si trova l'aria che la circonda.

È poi vero quanto fu asserito, cioè che dai risultamenti sperimentali, ottenuti colla punta fissa, venga confermato, che questa non abbia verun successo nel manifestare i periodi elettrici diurni? Dalle mie tavole pubblicate (*), e da quelle inedite che posseggo, risulta l'opposto; poichè dalle prime rilevasi, che dal 1 di luglio, fino a tutto settembre 1861, l'asta fissa manifesta un aumento di tensione, in senso positivo, fra le 11 antimeridiane, e le 3 pomeridiane, tranne quei giorni nei quali avvennero perturbamenti atmosferici straordinari. Le tavole stesse, unitamente alle inedite, annunziano eziandio che nelle ore presso, e dopo il tramonto, si riproduce, in alcuni casi, un aumento di tensione in *senso negativo*, ed annunziano perciò talora, *in alcuni tempi*, la esistenza di un periodo diurno *qualitativo*, non riconosciuto da verun'altro. Da molti fatti risulta, che quando nell'atmosfera i vapori vescicolari crescono, allora, per la discesa loro, la elettricità si manifesta negativa (233): ciò pure apparisce dalle mie tavole, ove nelle prime ore matutine, ed in quelle presso il tramonto, si riconobbe talune volte una tensione elettro-negativa coll'asta frankliniana. Ed è ragionevole che ciò si verifichi, quando nelle ore matutine, e vespertine, i vapori discendono; poichè per questa discesa loro, avvicinandosi essi alla

---

(*) Atti dell'accad. pont. de' Nuovi Lincei, t. 14, p. 270, e 357.

(233) De la Rive, Traité d'électr., vol. 3.°, p. 111, e 112.

Terra, debbono divenire negativi, e comunicare alla punta fissa, questa elettricità loro. Pel contrario, quando nelle ore presso al meriggio, i vapori salgono, allora per questo loro salire, allontanandosi dalla Terra, debbono divenire positivi, e comunicare questa elettricità loro all'asta frankliniana. Perciò dal solo ammettere che i corpi discendenti sono elettro-negativi, ed i salenti elettro-positivi, discende per corollario la esistenza, *in generale*, di un periodo elettrico *qualitativo* diurno, per la elettricità dell' aria ; periodo che, quando ha luogo, può solamente riconoscersi mediante il conduttore fisso.

Dellmann ha sperimentato (334), che durante un incendio, pel quale una colonna di fumo s' innalzava presso il luogo dell'osservazione, la tensione elettro-atmosferica, in pochi minuti, salì da 149 a 383, poi tornò a diminuire, fissandosi però sempre più forte di quella prima dell' incendio; e solo quando cessò del tutto il fumo, avvenne che la tensione tornasse a 120. Da ciò viene confermato, che i corpi salenti, divengono elettrici, pel solo fatto del salire; e che perciò non deve usarsi, per le ricerche di atmosferica elettricità, il conduttore salente.

Dunque anche per questi fatti, non è da riguardare l' asta fissa, priva di buon successo, nel dare le indicazioni elettro-atmosferiche, relative a quell'altezza, ove trovasi essa collocata. Come mai può ritenersi, che la punta fissa dica il vero per le ore circa il mezzo giorno, perchè si accorda, nel dare il positivo, colla punta salente; ritenendosi che poi dica il falso quando manifesta il negativo , contro quello che viene manifestato nel tempo stesso dall' asta salente ? Se l'asta frankliniana dice il vero in alcune ore della giornata, pare che dovrebbe dirlo anche nelle altre. Quando il conduttore fisso, non si accorda col mobile, deve attribuirsene la cagione al mobile, vale a dire alla influenza elettro-tellurica negativa della Terra, per la quale un'asta salente svolge tanto più positivo, quanto più si allontana dalla Terra inducente negativa.

§ 37.

Taluno ha preteso concludere che « i fenomeni elettrici , prodotti sui » corpi compresi nell'atmosfera , non da altro dipendono che dalla preva- » lente azione della elettricità atmosferica ; e precisamente avvengono co-

---

(334) V. Nuovo Cimento , t. 10, an. 1859 , p. 389, li. 8. — V. anche Poggendorff, Ann. vol. 89, p. 258.

» me se l'atmosfera sola avesse una elettricità positiva con un'azione eguale » a quest'azione prevalente (*). Senza occuparci del come furono istituite le sperienze, per giungere a questo risultamento, possiamo dimostrare, che il medesimo non si accorda colle dottrine di elettrostatica da tutti ammesse. In fatti ecco un altro argomento, del tutto teoretico, per dimostrare, che la elettricità manifestata dall'asta salente, viene prodotta in essa principalmente dalla influenza terrestre, e non da quella che potrebbe aversi dall'atmosfera superiore all'asta medesima, quando non è perturbata, ossia nei tempi ordinari. Dai fisici tutti, seguendo i principii elettrostatici di Poisson, viene ammesso qual canone, che lo strato elettrico distribuito sopra la superficie di un corpo conducente, produce un'azione nulla su qualunque punto, posto nell' interno del medesimo strato; questo fatto si lega colla legge neutoniana dell'attrazione: però uno strato elettrico agisce sempre sopra un punto collocato fuori di esso, cioè posto al di fuori della sua interna superficie. Ma l'atmosfera è formata di tanti strati elettrici, concentrici e sferici attorno la superficie terrestre; inoltre non possiamo dubitare che nei tempi ordinari gli strati medesimi sieno sensibilmente uniformi. Una prova di questa uniformità l'abbiamo dal vedere, che nei fili telegrafici, non si stabiliscono pel solito delle correnti elettriche, quando s' interrompe la comunicazione di essi colla Terra, nei tempi ordinari (**). Quindi apparisce chiaro che pel citato canone, l'atmosfera superiore non dovrà esercitare verun azione induttiva, nè sul conduttore fisso, nè sul mobile. Si vede poi bene, che lo strato elettrico tellurico, l'esistenza del quale non può negarsi affatto, deve indurre sui conduttori collocati fuori della superficie terrestre, lo che si verifica esattamente. Si potrà non attribuire a questo nostro argomento astratto, un valore del tutto decisivo, contro coloro, che negano alla Terra, la influenza sui conduttori posti fuori della sua superficie; perchè le condizioni supposte nell'argomento stesso, non sempre in natura si verificano con ogni esattezza, come sarebbe la perfetta sfericità della Terra, la uniforme distribuzione della elettricità negli strati atmosferici; e la perfetta conducibilità loro. Però consideriamo che gli strati atmosferici, traversati dall'asta fissa, comunicano alla medesima sempre la elettricità loro. Consideriamo inoltre che qualunque sia la forma di un conduttore, sempre l'azione dello strato elettrico, distribuito sul medesimo, è nulla sopra un punto interno ad esso, per

(*) Nuovo Cimento, t. 1.°, an. 1855, p. 352, lin. 7 salendo.

(**) Bullettino meteorologico del collegio romano, vol. 1, an. 1862, pag. 42, lin. 23.

cui gli strati elettrici superiori all'asta, sia mobile, sia fissa, non agiranno affatto su questa. Dopo queste considerazioni non potrà negarsi, che in moltissimi casi di tempo non burrascoso, le indicate condizioni, si verificano sufficientemente per concludere , che almeno la influenza elettro-tellurica sul couduttore mobile , supera di molto quella , proveniente sul medesimo dall' atmosfera. Quindi si vede che la elettricità manifestata dal conduttore salente, deve sempre in *principal modo* attribuirsi alla influenza elettrica terrestre. Da ciò discende, che il conduttore mobile non manifesta soltanto la elettricità dell'atmosfera, ma bensì la differenza fra questa e quella tellurica, di cui l'effetto predomina nel conduttore stesso; il quale perciò non deve affatto preferirsi al conduttore fisso, quando si vogliano le indicazioni della sola elettricità che all'atmosfera si appartiene. Questa conseguenza, pel canone precedente, deve tanto più ammettersi, quanto più l'atmosfera è umida, cioè conduttrice; perciò deve ammettersi maggiormente appunto quando la dispersione dell'elettrico è grande, vale a dire quando si vorrebbe negare al conduttore fisso tutta la efficacia sua.

Si trova scritto (*) « Voilà pourquoi il arrive souvent qu' on reste plu- » sieurs jours et même quelques semaines sans obtenir de tension sur le » conducteur fixe ». A me non è accaduto mai , nelle 24 ore di qualunque giorno , avere sempre un risultamento nullo dal conduttore fisso , mediante l'elettroscopio condensatore a pile secche nelle due stazioni, ove ho sperimentata in Roma. Si ottiene la elettrica tensione sensibilmente nulla, quando per caso avvenga di sperimentare nel momento in cui la elettricità dell'atmosfera passi dal positivo al negativo, o viceversa; ma questo caso è ben difficile ad incontrare , oltre che dura per poco ; però nei temporali è meno difficile incontrarlo. Nei giorni poi di ordinario tempo, s' incontrerà di certo il caso medesimo, quando si voglia seguire il periodo diurno *qualitativo*, da me riconosciuto in alcune località, ed in alcuni tempi nell'elettricità dell'aria.

Ma si obbietta (luogo citato lin. 31) dicendo « Lorsque le conducteur fixe ne » vous donnera aucune tension, vous pourrez facilement en obtenir une avec le » condensateur: mais aurez-vous de valeurs scientifiques ? » Quando siasi bene stabilita la unità di carica elettrica, ed il coefficiente di condensazione sia stato ben determinato, non potrà mai dubitarsi , che i numerici dati di questo prezioso istromento, il condensatore, misurino scientificamente, cioè con verità la causa dalla quale sono prodotti. Se così non fosse, neppure l'elettrometro

(*) Revue des cours scientifiques, 2.ª année, 1.ª semestre, an. 1864-65, p. 43, li. 22.

bifilare del ch. Palmieri, si potrebbe riguardare idoneo, per la misura della elettricità, sviluppata nell'asta salente; giacchè la induzione colle successive accumulazioni, tanto nel condensatore voltaico, quanto nell' indicato elettrometro bifilare, costituisce la essenza dell'uno e l'altro congegno; inoltre i risultamenti ottenuti da tanti fisici nelle sperienze loro di elettrostatica, fatte col condensatore, non si potrebbero più come *scientifici* riguardare. Del resto non basta chiedere se i risultamenti elettro-atmosferici, ottenuti col condensatore sieno scientifici, ma bisogna dire per quali motivi si può dubitare della verità loro. Quando si adoperi questo prezioso istromento colle debite cautele, specialmente sopprimendo la cera di spagna fra' suoi due piattelli, e sostituendo ad essa, o due sottilissimi fili di seta, o meglio ancora, l'aria soltanto, come nell'eccellente condensatore del Riess, che utilmente adopero; non potremo temere che l' istromento medesimo non sia fedele nelle sue indicazioni elettro-atmosferiche, sì qualitative, che quantitative. Se qualcuno pretendesse dubitare di queste, non potrà mai cadere in mente a veruno di dubitare delle qualitative, le quali però sono alcune volte in contraddizione con quelle, fornite dal conduttore salente; lo che basta senza più per escludere la pratica di questo.

Dice il Belli « All' apparecchio a fiamma si può applicare utilmente il » condensatore, mediante il quale, si possono avere segni sensibili, anche quando » l' elettricità atmosferica è debolissima ». Continua il nominato fisico a descrivere, come da esso viene associato il condensatore al conduttore fisso (235). Dunque il condensatore, anche per opinione del nominato fisico, è molto utile nelle indicate ricerche. Però, la fiamma non deve adoperarsi per le ricerche elettro-atmosferiche, producendo essa una corrente d'aria dal basso all'alto, verso l'estremo superiore del conduttore fisso; e perciò comunicando al medesimo una elettricità positiva, non propria dell'atmosfera, ma indotta dalla negativa terrestre. Neppure si deve usare il dito bagnato, per fare la comunicazione del piattello indotto col suolo; perchè questo contatto, introduce nel piattello stesso, una nuova elettricità, la quale modifica in modo sensibile il risultamento che si cerca, essendo questo, nelle sperienze in proposito, tenue molto. In vece la comunicazione col suolo, deve farsi mediante un asta metallica dorata, comunicante col suolo per mezzo di una catenella metallica, e separata dalla mano per mezzo di un'asticella di vetro verniciato; come pure dorati debbono essere i piattelli del condensatore. Sarà poi molto più sensibile un conden-

(235) Corso di fisica sperim., p. 704, § 1529.

satore a pile secchè, di quello che a pagliette; in fatti col condensatore di Bohnenberger, e col conduttore *fisso*, non mancano mai segni a bastanza sensibili di elettricità, tanto atmosferica, quanto terrestre. Inoltre sarà molto più sicuro adoperare un condensatore ad aria, cioè senza coibente solido fra i due piattelli, escludendo il contatto della mano, mediante un conveniente manubrio, che impedisca tale contatto, come sopra è detto; ed ho veduto essere questa la pratica migliore.

Se per fortuna della elettrostatica, tornasse al mondo Volta, farebbe certo le alte meraviglie, nel sentire che si dubita della esattezza del suo condensatore, quando sia convenientemente adoperato; di questo suo figlio prediletto, che sempre con tanta fedeltà, viene in soccorso di quelli elettricisti, che lo sanno adoperare come si deve. Se questi dubbi sul condensatore, bene usato, avessero fondamento ragionevole, già una gran parte della scienza dell' equilibrio elettrico, ricevuta come vera, diverrebbe per lo meno incerta.

Kaemtz raccomanda l'uso del condensatore, specialmente per l'asta franliniana (236), e l'uso medesimo nelle ricerche di atmosferica elettricità, viene raccomandato, e dal Belli (237), e dal Pouillet (238).

Si dice ancora, nella citata Revue des cours scientifiques, pag. 44, « Si » vous faites mouvoir *horizontalement* un conducteur dans un horizon libre, » de toutes parts, il n'y aura pas d'électricité produite; mais s' il y a dans le » voisinage un mur, une montagne, etc., lorsque vous tournerez le conducteur » de ce côté, il indiquera l'électricité négative, et en le tournant dans la dire- » ction opposé, il indiquera l'électricité positive. En général si vous approchez » à l'aire libre deux conducteurs, dont l'un se trouve en communication avec » un électroscope très-sensible, vous obtiendrez de l'électricité négative, et si » vous les éloignez il se développera de l'électricité positive ». Tutto ciò dimostra evidentemente, ancora una volta di più, che la Terra, ed i corpi collocati sulla medesima, sono negativi; perciò molto sorprende, che non si voglia prendere in considerazione questo elettro-negativo stato della Terra, nello scegliere il mezzo più adatto, per valutare la elettricità dell'atmosfera.

Si riferisce inoltre, opera citata pag. 45, « Si l'on voulait abandoner en » Angleterre la méthode à conducteur fixe, pour adopter le conducteur mo-

---

(236) Cours complet de météorologie, Paris 1843, p. 335.
(237) Corso elem. di fis. sper., vol. 3.°, Milano 1838, p. 704, § 1529.
(238) Élem. de phy., Paris 1856, t. 2.° p. 795.

» bile, on ne serait pas obligé de maintenir le feu éternel à l'observatoire, » comme au temple de Vesta, et l'on pourrait donner des observations pré- » cises, les seules utiles aux progrès de la météorologie ». Ecco dunque altre autorità nell' Inghilterra contro il conduttore salente, ed a favore del conduttore fisso, le quali potranno almeno bilanciare, quelle citate a favore del primo di questi conduttori. Però l'autorità cui si deve assentire, consiste nell'essere il conduttore salente, tanto per la natura, quanto per la quantità dell' elettrico, spesso in opposizione col conduttore fisso; perchè in quello, mentre sale, si libera la positiva indotta nel medesimo, per la influenza elettro-negativa terrestre. Lo scritto della citata Revue des cours scientifiques, che abbiamo rapidamente analizzato, termina, pag. 46, col riportare una formula, dedotta dal chiarissimo geometra sig. prof. Battaglini, colla quale viene stabilita una relazione, fra gli archi impulsivi, ed i definitivi, ottenuti coll'elettrometro bifilare del ch. Palmieri; sulla quale noi non torneremo, avendone già parlato a bastanza precedentemente in questa memoria (§§ 24, 25, 26, e 27).

§. 38.

» Le osservazioni di elettrica meteorologia, fatte col metodo del con- » duttore fisso (dice l' egregio Palmieri (239)), sono affette da errori così » gravi, e variabili, da non poter essere corrette, ecco perchè in qualche » osservatorio della Gran Brettagna usano di tenere perennemente acceso il » fuoco, come nel tempio di Vesta, per avere le minori perdite possibili ». Gli errori gravi dei quali viene incolpato il conduttore fisso, provengono tutti, secondo l'autore, dalla dispersione; la quale, come già vedemmo, deriva dalla umidità o conducibilità dell'atmosfera. Ma se questa disperde, non deve l'elettrico in essa trovarsi, ed il conduttore fisso deve soltanto accusare quella elettricità, o elettrica tensione che vi rimane; lo che in vece di essere un errore grave, deve qualificarsi per una fedele manifestazione di quanto dal conduttore medesimo è richiesto. Riguardo al fuoco acceso perennemente negli osservatori della Gran Brettagna, se pel fuoco medesimo s' intende la fiamma posta sul conduttore fisso, questa vi si pone non per diminuire la umidità, ma solo per accrescere le indicazioni elettro-atmosferiche; però a tale pratica si deve opporre, che la fiamma può, come io pel primo riconobbi, cangiare la elettricità negativa

(239) Nuovo Cimento, t 21, p. 73, an. 1865.

in positiva, e perciò non si deve usare. Se poi pel fuoco medesimo s'intende una sorgente di calore, per diminuire la umidità dell'ambiente, nel quale si trova l'elettrometro, quel fuoco sarà utile in ogni sistema, ed in ogni caso, perchè il coibente quando sia vetro verniciato di cera lacca, resiste al passaggio dell'elettrico, assai più dell'aria stessa.

Dopo tutte le indicate obbiezioni del ch. Palmieri, contro il conduttore frankliniano, troviamo che questo autore, non esclude l'accordo fra il conduttore mobile, ed il fisso, non escludendo neppure in questo la efficacia di manifestare un periodo elettrico (quantitativo); poichè l'autore medesimo dice « E veramente quantunque non sempre le osservazioni fatte nei primi due » modi (conduttore mobile ed elettrometro mobile), vadano di conserva con » quelle eseguite a conduttore fisso, per le ragioni sopra espresse; pure chia- » ramente si vede, che quante volte osservando nei due primi modi, non si » ha alcuna tensione, non se ne ha neppure col terzo; che quando questo » accenna ad elettricità negativa, anche quelli cangiano l'ordine delle loro » tensioni, dando cioè la negativa nel salire, e la positiva nello scendere; che » quando il conduttore fisso dà tensioni molto forti, da mandare l'indice del- » l'elettrometro a 90.°, si ha lo stesso anche a conduttore mobile; e che fi- » nalmente, per non dire di più, nelle giornate asciutte, si vede come osser- » vando in questi diversi modi, le tensioni, camminano insieme verso il mas- » simo, ed insieme verso il minimo, indicando concordi un periodo elettrico » (quantitativo), da mostrare a chicchessia la loro comune origine (240) ». Noi già vedemmo che la conducibilità dell'aria, cioè la sua maggiore o minore umidità, non può falsare le indicazioni elettro-atmosferiche dell'asta frankliniana; dopo ciò dobbiamo riguardare questo riferito brano del Palmieri, come la miglior apologia del conduttore fisso.

Dice inoltre il ch. Palmieri « Ci ha dei casi nei quali è utile fare delle » osservazioni a conduttore fisso, solo per vedere quando la tensione cangia » di segno (241) ». Dunque il conduttore fisso non inganna sulla natura dell'elettrico atmosferico. Il medesimo fisico così pure si esprime. « Ma nel » tempo della caduta delle ceneri notavo a conduttore fisso elettricità negativa, » ed a conduttore mobile elettricità positiva: questa specie di contraddizione sva- » nisce considerando che la cenere pel solo fatto della caduta può acquistare

(240) Corrispondenza Scientifica, vol. 3.°, an. 1855, p. 87, li. 19.

(241) Annali dell'osservatorio meteorologico vesuviano, Napoli 1859, pag. 11, li. 28.

» elettricità negativa (242)». Dunque il conduttore fisso testimoniava la elettricità in cui si trovava immerso, e perciò diceva il vero. Prosiegue il medesimo autore a dire « In tempo di pioggia, quando la elettricità passa da una fase all'altra » seguente, mi è occorso talvolta di notare per alcuni momenti, che a con- » duttore fisso la elettricità era già passata da una fase all'altra, ed a con- » duttore mobile persisteva ancora la fase antecedente (243) ». Dunque anche in questo caso, il conduttore fisso accusa con verità la natura dell' elettrico nel quale si trova, e non il mobile; perciò questo ci dà, pel suo moto ascendente, una elettricità di natura diversa da quella, che appartiene all'ambiente in cui sale.

Il ch. fisico di Berlino, sig. Riess, trattando del conduttore fisso, dice in sostanza, che questo mezzo può ingannare in riguardo alla quantità dell'elettrico atmosferico, ma dice il vero in riguardo alla sua qualità, eccettuato il caso in cui la elettricità dell'atmosfera va decrescendo rapidamente; perchè allora si libera la vincolata , e questa può superare la omologa della inducente. Per tale ragione vuole il Riess, che il conduttore sia terminato in una punta acuta, e non in una sfera, e meglio ancora in una fiamma (244). *Primieramente* da queste modificazioni prescritte dal nominato fisico , si vede che il medesimo non ricusa il conduttore fisso. *Secondariamente* non avvi ragione per dire che questo conduttore inganna riguardo alla quantità dell' elettrico atmosferico , perchè il conduttore medesimo *necessariamente* deve prendere la tensione dell'aria dalla quale si trova circondato. In *terzo* luogo, certo è che diminuendo la induzione, si libera nel conduttore la vincolata: ma ciò succede anche nell' aria circostante al medesimo ; perciò necessariamente il conduttore manifesta quella stessa qualità di elettrico, da cui si trova esso coll'aria circostante investito ; quindi anche nella indicata eccezione , l' asta fissa dice anche nella qualità il vero.

§. 39.

Abbiamo veduto nei paragrafi precedenti, come si sciolgano le obbiezioni, fatte contro il conduttore fisso, per le ricerche sulla elettricità dell'atmosfera; dopo ciò possiamo indicare alcune delle autorità , ed alcuni degli sperimenti

(242) Idem, p. 44, li. 9.
(243) Ibidem, li. 12 salendo.
(244) Die Lehre von der Reibungselektricität, vol. 2.°, p. 501. Berlino 1853.

che sono a favore dell' asta conduttrice fissa elettro-atmosferica, per confermare che questa deve preferirsi al conduttore salente, nelle ricerche della elettricità che appartiene all' aria. Ed incominceremo dall'osservare, che sarebbe assai contro il buon senso, adoperare il conduttore salente, invece del conduttore fisso, per esplorare la elettricità dell'atmosfera, nelle regioni dette dal sig. J. Fournet (*), *paesi elettrici*; nelle quali la elettricità del suolo è tanto forte, che la sua induzione sopra un conduttore salente, non si potrà evidentemente porre in non cale, neppure dai sostenitori di esso, il quale perciò dovrà manifestare colla sua salita, una elettricità ben diversa da quella cercata.

Ma quello che si verifica per questi luoghi eccezionali, si deve pure verificare per qualunque altro luogo, essendo che la superficie della Terra, ovunque possiede una elettricità; e la differenza potrà solo consistere nella quantità o qualità di azione, ma questa non potrà mai mancare. Inoltre poichè prima Nicholson, quindi Erman, dimostrarono con indubitate sperienze, che due corpi ancorchè piccoli, pure se fra loro avvicinati od allontanati, sempre manifestano tensioni elettriche, le quali non altro possono essere, fuorchè effetti d' induzione; ciò posto, perchè la Terra, corpo grandissimo ed elettrico, non deve produrre gli effetti medesimi, quando un corpo isolato si allontani o si avvicini ad essa? Certo niuno ragionevolmente potrà negare questa influenza terrestre.

Un elettrometro atmosferico a punta fissa, trovasi descritto, come un mezzo il più conveniente a sperimentare sulla elettricità dell' aria, dal fisico Leroy, nel giornale intitolato « Observations sur la physique par l'abbé Rozier, t. 3, gennaio 1774, pag. 1. Inoltre leggesi nella enciclopedia portatile (Milano, p. 273, puntata 24). Che quando si vogliono sperimentare le più piccole quantità di elettrico, e quando si voglia conoscere la elettricità degli strati più alti dell'atmosfera, si pone l'appartato (l'elettrometro) in comunicazione con una verga conduttrice, più o meno elevata, che termini con punta metallica, ed abbia un filo conduttore, ecc.

Nel tomo 7.°, serie 3.ª, degli atti del R. istituto veneto (dal novembre 1861, all'ottobre 1862, dispensa 8.ª e 9.ª, pag. 705) si trova una memoria del prof. Zantedeschi, sopra un elettroscopio dinamico atmosferico. Da questa pubblicazione si rileva, che il nominato fisico, pone ogni fiducia nell'uso di un conduttore fisso, per le ricerche sulla elettricità dell' atmosfera; nè fa

(*) Comptes Rendus, t. 65, an. 1867, p. 628.. 635.

punto menzione dei difetti, che taluni pretendono, essere propri di questo condottore.

« I conduttori frankliniani o spranche frankliniane, dice il nominato fisi-
» co (245), sono aste metalliche acuminate, erette nelle più alte parti degli
» edifici, sopra sostegni isolanti, dalle quali partono dei fili conduttori tenuti bene
» isolati, i quali conducono la elettricità al luogo in cui si vuole esaminarla....
» L'asta serve tanto meglio quanto è più elevata ed acuta; ma quello che più
» importa si è, che sia bene isolata....» Da tutto ciò si conclude che il prof. Zantedeschi non riguarda i conduttori fissi, capaci di fornire indicazioni false circa la *natura* elettrica dell'aria.

Negli Annali di Poggendorff, vol. 3, p. 81, e seguenti, an. 1800, si riportano molte ricerche sulla elettricità dell'atmosfera, fatte dal celebre Humboldt a conduttore fisso, le quali sono riguardate senza eccezione.

Se leggasi attentamente il § 1036, vol. 2.°, p. 501 del trattato di elettrostatica di Riess, an. 1853, vedremo che questo fisico di Berlino, salvo nei casi eccezionali, riguarda il conduttore fisso frankliniano, qual mezzo acconcio per assegnare la elettricità dell'atmosfera.

Il p. De Rosate barnabita, le cui sperienze di atmosferica elettricità, furono riconosciute assai lodevoli (v. Bullettino meteorologico del collegio romano, vol. 2.°, an. 1863, pag. 121, li. 13) adoperava il conduttore fisso, ed associavalo al condensatore di Volta. L'accademico bresciano, dott. Gorno, nelle sue sperienze elettro-atmosferiche, si valeva del conduttore fisso, cioè della spranga frankliniana (opera citata, p. 123, li. 30).

L'illustre fisico W. Thomson, in un suo lavoro sulla necessità di registrare in maniera continua, e di osservare simultaneamente nelle diverse località l'elettrico-atmosferico, propone un elettrometro, che automaticamente registra le tensioni osservate; ma il conduttore della elettricità è fisso (246), o almeno secondo il Palmieri vale quanto il conduttore fisso (247),

Questo conduttore fu impiegato dal Beccaria, dal Volta, dal Bennet,

---

(245) Trattato del magnetismo e della elettricità dell'ab. Zantedeschi, vol. 1.° Milano 1846, p 169, e 170.

(246) L'Institut del 12 ottobre 1859, p. 334, num. 1345 — Vedi anche Les Mondes, t. 3.°, science pure, pag. 762. — V. anche Archives, ec. nouvelle période, t. 11, an. 1861, pag. 221, e seg.

(247) Rendiconto della R. accad. delle scienze di Napoli, an. V, fasc. 1.°, gennaio 1866. pag. 21.

dal Gersdorf, dallo Schübler (248), dal Read (249), dal Romershausen (250), dall'Airy (251), come anche dal priore Cecca di Torino (252), i quali tutti hanno sperimentato con molto successo intorno alla elettricità dell'atmosfera.

La punta fissa ed il condensatore di Volta, furono adoperati dallo Schübler per le sue ricerche di elettricità nell'atmosfera (Gehler, vol. 6.°, pag. 469). Il sig. Hankel adopera esso pure la punta fissa, ma senza condensatore, servendosi della pila e della foglia d'oro. Siccome però le divergenze della foglia medesima, sono troppo deboli, così egli le ingrandisce otticamente, per mezzo di un microscopio. (Poggendorff Annalen, vol. 103, an. 1858, p. 209). Anche Pfaff per l'indicato fine, si serve di un conduttore fisso (V. Gehler, vol. VI, p. 517).

Dal fatto che quasi tutti gli autori di ricerche sulla elettricità dell'aria, riportano come vere le tavole del periodo quantitativo elettro-atmosferico, date da Schübler e da Saussure, i quali sperimentarono colla punta fissa, dobbiamo concludere che gli autori medesimi, riconobbero meritevole di fiducia, i risultamenti ottenuti da un conduttore fisso.

Romershausen nell' apparecchio, da esso perfezionato, per le ricerche di atmosferica elettricità, si serve della punta fissa, ed il Guirartowsky giudica eccellente questo mezzo (253).

Dice il ch. Palmieri, come già riferimmo « ci ha dei casi nei quali è utile » fare delle osservazioni a conduttore fisso, per vedere quando la tensione cangia » di segno (254) ». Dunque la natura dell'elettrico è bene indicata dal conduttore fisso, e perciò non deve posporsi al conduttore salente, il quale dà sempre tensione positiva, salvo rari casi eccezionali di forti atmosferiche perturbazioni.

Dice il celebre Humboldt « je ne parle ici que des recherches que j' ai » faites avec un électromètre de Saussure, armé d'un conducteur metallique » long d'un mètre, recherches dans lesquelles l'électromètre ne recevait au- » cun mouvement de *haut en bas, ni de bas en haut*, et où le conducteur n'était

(248) Journal de phy., t. 75, an. 1812, p. 175.

(249) V. Riess, trattato di elettrostatica, an. 1853, t. 2.°, p. 497, li. 14.

(250) Poggendorff, Annalen., t. 69, p. 71, an. 1846.

(251) Nell'osservatorio R. di Greenwich.

(252) Archives des sciences phy. et nat. de Genève, Nouvelle période, t. 11, an. 1861, pag. 221, e seg.

(253) Archives des scien, phy. et nat. de Genève, Nouvelle période, t. 7, an. 1860, p. 83 — V. anche Poggendorff, Annalen, t. 69, pag. 71; e t. 88, p. 571, an. 1853.

(254) Annali dell'osservatorio reale meteorologico vesuviano, an. 1.° del 1859, p. 11.

» point armé d'une éponge imbibée d'alcool enflammé. Ceux de mes lecteurs » qui sont au courant des points actuellement *controversés* dans la théorie de » l'électricité atmospherique, comprenderont le but de cette restriction (255)». Si vede bene da questo brano, che quel gran filosofo della Germania, coll' indicata sua restrizione, ha voluto evitare la influenza della elettricità tellurica, ed anche dell'aria sollevata, ovvero ascendente, per effetto del calorico della fiamma.

Questa influenza tellurica, è ulteriormente confermata, dai seguenti due brani di fisici assai competenti. Dice infatti De la Rive (*) « Quant à nous.... » nous sommes d' accord pour admettre que le globe terrestre possède du » moins dans sa partie solide, un excés d' électricité négative, et qu' il en » est de même des corps placés à sa surface ».

Dice inoltre il sig. Latimer Clark « la Terra è un immenso corpo elet- » trizzato, che possiede tensione diversa nelle sue parti. Quelle che sono co- » nosciute comunemente dai telegrafisti come *correnti di Terra* nei loro fili, » sono la prova di questo; e sono prodotte dalla scarica dell'elettricità della » superficie terrestre fra due punti, che hanno tensione differente » (**).

Quindi è chiaro dal citato brano, che Humboldt ha inteso anche di escludere il conduttore salente, preferendo quello fisso.

Nel giornale Les Mondes, t. 3.°, an. 1864 (science pure), p. 666, li. 3, si legge « pour reconnaître le courant qui accompagne la pluie, il suffit de » mettre le galvanomètre en communication avec le conducteur *fixe* à point » de platine . . . . » Qui si domanda: se il conduttore fisso è valevole per conoscere la corrente della pioggia, perchè non può essere valevole per conoscere, mediante il condensatore, anche la elettricità dell'aria, quando non piove; e perchè si deve preferire a questo fine il conduttore salente, che ha contro di se tante cause di errore?

Il sistema del ch. prof. Magrini, per assegnare la elettricità dell'atmosfera, è a conduttore fisso, accoppiato al condensatore. Perciò sembra che questo fisico si accordi con quei molti, fra i quali anche il sig. Monnet (256), che preferiscono il fisso al mobile nelle indicate ricerche. Il sistema indicato comprende il condensatore, con questa insignificante differenza, cioè che invece di

(255) Cosmos par A. De Humboldt, première partie. Paris 1847, pag. 571, (note 14).

(*) Traité d'électr. théorique et pratique. Paris 1858, t. 3.°, p. 112, li. 2 salendo.

(**) Bullettino meteorologico del collegio romano, vol. 1, an. 1862, pag. 42, lin. 30.

(256) Rendiconto dell' accad. delle scien. della R. società di Napoli, an. V (1866), fasc. 4.°, p. 125.

essere collocato sul bottone dell' elettroscopio di Bohnenberger, si trova separato da esso, facendo parte del conduttore fisso isolato (257). Ciò in *sostanza* corrisponde al modo, col quale ho sperimentato fin'ora sulla elettricità dell'atmosfera.

Se il conduttore mobile fosse pel sig. Le Verrier, un mezzo senza eccezione, come da taluni si pretende, nelle ricerche di atmosferica elettricità, egli non avrebbe detto (Comptes Rendus, t. 61, pag. 143, an. 1865) « Nous aurions désiré joindre à ces observations la constition de l'état électrique de » l'air, mais nous n'avons trouvé rien de suffisamment précis. La question » est à l'étude ».

Fino dal 1845 a Kew si trova collocato un foto-elettrografo, ad asta fissa, dal sig. Ronalds (*).

§. 40.

Nel paragrafo precedente furono indicate molte autorità, in favore dell'uso di un conduttore fisso, per le ricerche di elettricità nell'atmosfera; ora passiamo a riconoscere i difetti del conduttore salente nelle ricerche stesse.

Abbiamo già pubblicate molte sperienze, istituite nell'edificio della università romana (258), dalle quali risulta una contraddizione in qualità ed in quantità, rispetto all'elettrico dell'atmosfera, ottenuto coll'asta fissa, e quello fornito dalla mobile nel medesimo tempo. Per dimostrare maggiormente questa differenza, notevole assai, dalla quale si deve concludere che l'asta mobile non può servire alle ricerche in proposito, riporteremo qui alcune altre sperienze, fatte interrottamente nell'edificio stesso, adoperando il condensatore a pile secche, coi piattelli separati semplicemente da due sottilissimi fili di seta. Ciascuna sperienza fu eseguita una volta col prendere per collettore il superiore piattello, ed un'altra l' inferiore, usando tutte le cautele necessarie.

Se possa trovarsi una manifestazione elettrica dalla punta fissa, che debba riguardarsi propria della elettricità atmosferica; in tal caso, allorchè la punta salente desse nel tempo medesimo elettricità contraria, dovrebbe questo mezzo giudicarsi non acconcio per le indagini elettro-atmosferiche : ciò appunto si verifica nelle seguenti sperienze.

---

(257) Vol. IX, che costituisce il 3.°, della serie 2.ª, fascicolo 3.°, delle memorie del reale istituto lombardo di scienze lettere ed arti, Milano 1863, p. 233...240.

(*) Traité général de photographie par D. V. Monckhoven. Paris 1863, p. 359.

(258) Atti dell'accad. pont. de' Nuovi Lincei, t. XIV, an. 1861, p. 270, e p. 357.

Dal 25 di giugno 1861, sino al 30 di settembre dello stesso anno, verificai per ciascun giorno, ed anche più di una volta per giorno, mediante l'asta fissa, lo stato elettro-negativo dell'atmosfera: ciò conferma (§ 41) il periodo qualitativo diurno. Contemporaneamente l'asta salente forniva sempre la elettricità positiva, e perciò non diceva il vero. Inoltre sempre avveniva che, congiungendo l'asta fissa isolata, colla parte metallica, la quale comunica col suolo, in tal caso, il negativo fornito dall'asta medesima, era più copioso, di quello manifestato dall'asta isolata. Se poi si poneva una fiamma sulla punta dell'asta, e si faceva comunicare la parte isolata coll' altra comunicante col suolo, il negativo raccolto a quel modo, per mezzo del condensatore a pile secche, si trovava eziandio più copioso, tanto di quello fornito dalla punta isolata, quanto dell'altro fornito dalla punta stessa comunicante col suolo. Ciò prova che nello stato elettrico dell'atmosfera, influisce molto quello negativo appartenente alla Terra, e che perciò l'asta salente non può servire in così fatte ricerche.

Nel 14 di gennaio 1862, alle 3 pomeridiane, la punta salente dette zero, e la fiamma tanto di olio, quanto di alcool, salenti anch'esse, dettero un forte negativo. Ma è chiaro che, poichè in questo tempo pioveva, ed era la pioggia negativa, così anche l'atmosfera essere doveva negativa, quale appunto era indicata dall' asta fissa. Dunque la punta salente non indicava il *vero* stato elettrico dell'atmosfera, quale veniva indicato dall'asta frankliniana; ed in quanto alla sola qualità essa era pure indicata dalle fiamme ad olio, e ad alcool salenti. Dalla riferita sperienza si vede, che il forte negativo della pioggia, neutralizzò senza residuo il positivo sviluppato nella punta salente, per l' innalzamento di essa. Però il negativo medesimo, essendo assorbito assai più dalle fiamme, di quello sia dalla punta metallica, non solo neutralizzò nelle medesime il positivo sviluppato in loro per essersi sollevate, ma in esse lasciò un residuo forte di negativo.

Nel 12 aprile 1862, alle ore tre pom., la punta fissa dette nella stazione bassa della università, 15° di negativo, e contemporaneamente nella stazione molto elevata di Villa Ludovisi, dette 1.° di positivo; mentre in queste due stazioni, la punta salente dette nel medesimo tempo il positivo; ma siccome il negativo dato dalla fissa fu assai forte, deve ritenersi che nella stazione più bassa, il conduttore salente non disse il vero.

Nel 13 di aprile 1862, alle 11 antim. si portò sulla loggetta l'elettrometro condensatore, assai presso l'asta fissa, e congiungendolo mediante un corto filo con uno dei quattro tiranti che legano l'asta all'ombrello isolato, fu veduto che la elettricità era negativa, *ma più forte* di quella che si otteneva, *pure nega-*

tiva, dall'asta medesima nella camera molto inferiormente alla stessa loggetta; mentre l'asta salente dette il positivo.

Nell'11 di maggio 1862, alle 3 pom., la punta fissa dette — 10.°, e la salente, nel medesimo tempo, dette — 4.° Dunque la elettricità dell'atmosfera si manifestava senza dubbio negativa, e l'asta fissa dette una elettrica tensione maggiore di quella fornita dalla salente, perchè questa fu diminuita per la neutralizzazione che avvenne, fra il positivo liberato nella salente, ed il negativo dell'atmosfera, il quale in questo caso era maggiore del positivo abbandonato dall'asta salente. Da ciò discende, che il conduttore mobile non esprime il vero stato elettrico dell'atmosfera; ed anche da ciò risulta chiaro, che il conduttore fisso, è l'unico mezzo per isperimentare sulla elettricità dell'aria.

Nel 1 gennaio 1863, alle 3 pom., la punta fissa dette negativo, cioè —7°, e la fiamma tanto di olio, quanto di alcool, dette pure negativo, cioè la prima — 15°, e la seconda — 17°. Pare a me che in questo caso, dovrà ognuno esser certo, che la elettricità atmosferica era veramente negativa; e si ottenne tale anche *senza condensatore*; mentre le fiamme in questo caso, non hanno potuto cangiare, col calorico loro, il negativo in positivo, e neppure diminuirlo, bensì accrescerlo rispetto quello della punta fissa. Ma la punta mobile, ovvero salente, diede in questo caso medesimo, ed in molti altri simili, un risultamento elettro-positivo; dunque non è acconcia questa punta salente, a fornire le vere indicazioni della elettricità dell'atmosfera; perchè se per evidenza in alcuni casi questa punta è fallace, lo dev'essere in tutti gli altri.

Trovo notato nei miei registri, che nei mesi di novembre, dicembre 1863, e gennaio 1864, il conduttore fisso dell' atmosferico elettrometro, collocato sulla camera meteorologica della università romana, manifestò elettrico positivo, più frequentemente che non fece nei stessi precedenti mesi; lo che si accorda col buon tempo avuto sul fine del 1863, e sul principio del 1864. Da questi risultamenti concludiamo, che il conduttore fisso, associato al condensatore, manifesta la vera natura della elettricità dell'aria, la quale nel maggior numero delle giornate molto asciutte, si riconosce da tutti dover essere positiva.

Nel 15 marzo 1865, alle ore 4 e $^1/_4$ pom., si ottenne la elettricità *negativa* dalla punta fissa, poi con una punta salente si ottenne un *positivo*, così grande, che solo in condizioni temporalesche si sarebbe ottenuto a punta fissa. Quindi si scaricò l' istromento, e ripetuta la sperienza, si vide che colla punta fissa la elettricità continuava negativa, ed era presente all'esperimento il sig. ingegnere Serra-Carpi.

Nel 28 marzo 1865, ore 3 e ½ pomeridiane, si ebbe dalla punta fissa un evidentissimo *negativo*, e dalla punta salente un copiosissimo positivo, essendo presente il macchinista sig. Giacomo Lusvergh.

Nel 13 luglio 1865, ore 7 pom., fu verificato alla presenza del p. Nardini, e del p. Pierotti domenicani, che sollevando l' asta, si aveva elettricità negativa, mentre dall' asta fissa ottenevasi elettricità positiva. Ciò conferma che i due metodi sono fra loro in opposizione palese. La sperienza fu ripetuta più volte, sempre col medesimo successo.

Nel 14 luglio 1865, ore 6 e ½ pomeridiane, la punta salente fu due volte positiva, ed una negativa; mentre la punta fissa dette sempre il positivo, essendo presente anche il sig. Serra-Carpi.

Nel 17 febbraio 1867, alle ore 4 e 3/4 pomeridiane, il tempo era disposto alla neve, ma non pioveva, e la punta fissa dette forte *negativo*, mentre la punta salente dette forte *positivo*. Fu l'esperimento ripetuto tre volte, alla presenza del sig. Serra-Carpi, e del collaboratore macchinista, sempre col medesimo successo. Dunque si conferma spesso accadere, che la punta fissa è in opposizione colla salente, anche riguardo alla natura dell'elettrico.

Nel 18 febbraio 1867, alle ore 4 e 3/4 pomeridiane, la punta fissa dette negativo sensibilissimo, e la salente dette positivo, sebbene *cadesse un poco di pioggia*. Lo sperimento fu ripetuto tre volte alla presenza del sig. Serra-Corpi. e fu sempre del medesimo effetto.

Nel 19 detto 1867, alle ore 4 pom., la punta fissa dette negativo debole, e la punta salente dette positivo, debole anch' esso.

Nel giorno 15 di giugno 1867 nella sera, la elettricità dell' atmosfera, presa col conduttore fisso, era negativa, e questo negativo fu sperimentato tale più volte. Quindi fu presa la elettricità dell'atmosfera col conduttore salente, e si trovò fortemente positiva; tornando a prenderla coll'asta frankliniana si riebbe negativa. Quale di questi due opposti risultamenti sarà vero? per me certo quello che si ottenne col conduttore fisso. Ciò prova che il conduttore mobile dice il falso nelle ricerche di elettricità atmosferica, sì per la quantità, che per la qualità; e che inoltre (§ 41) il periodo qualitativo esiste.

Nel 15 luglio 1867, alle 7 e ½ pomeridiane, dalla spranga frankliniana si ottenne la elettricità negativa, mentre dall'asta salente si ottenne il positivo contemporaneamente.

Nel 16 detto, alle ore 5 pomeridiane, si ebbe lo stesso risultamento, cioè dal conduttore fisso il negativo, e dal mobile il positivo.

Nel 20 luglio 1867, alle ore 7 e 3/4 pomeridiane, mediante la punta fissa

ho trovato l'atmosfera elettrizzata negativamente. La sperienza fu ripetuta sei volte in una mezz'ora, e sempre col medesimo successo. Innalzata contemporaneamente la punta metallica isolata, si ebbe sempre dalla medesima una forte elettricità positiva.

Nel 3 agosto 1867, alle ore 4 e $\frac{1}{2}$ pomeridiane, l'asta fissa dette il negativo, e la mobile il positivo.

Nel 17 agosto 1867, alle 7 e $^{1}/_{4}$ pomeridiane incominciava la pioggia, e dall'asta fissa si ebbe il negativo, mentre dalla mobile si ebbe il positivo, ad onta della pioggia.

Nelle precedenti ultime cinque sperienze, vi fu presente il mio collaboratore sig. Gio. Campbell.

Nel 13 agosto 1867, alle ore 7 e $^{3}/_{4}$ pomeridiane, la elettricità data dall'asta frankliniana fu negativa, e quella che fornì contemporaneamente l'asta salente, fu positiva.

§. 41.

I periodi elettro-atmosferici diurni sono due, vale a dire uno *quantitativo*, ed è quello di cui principalmente si occuparono i fisici, tanto coll'asta fissa, quanto colla mobile; perchè fino ad ora non si pensò troppo alla natura dell' elettrico dell' atmosfera, ma soltanto alla sua tensione. L' altro periodo è *qualitativo*, esso consiste nella *qualità* dell' elettrico, e questo periodo fu da me riconosciuto: le sue fasi nei mesi estivi sono frequenti, ed è, nella maggior parte dei casi, come già osservammo, una conseguenza del fatto, che i corpi salenti sono elettro-positivi, ed i discendenti elettro-negativi; ma il periodo stesso, in altri casi, è prodotto da circostanze diverse. Non sarebbesi mai verificato sperimentalmente questo periodo, valendosi dell' asta salente; imperocchè la medesima, nelle giornate senza notevoli perturbazioni atmosferiche, cui solo possono riferirsi le ricerche dei diurni periodi, fornisce *sempre* indicazioni elettro-positive, quand' anche sieno negative quelle date dalla punta fissa. Ecco un altro fatto, pel quale deve accordarsi all'asta fissa la esclusiva idoneatà, nelle sperienze relative allo stato elettrico dell'atmosfera, e non all'asta salente. Tutte le volte che nella giornata si verifica un'atmosferica elettro-negativa tensione, il periodo elettro-qualitativo si manifesta certamente nella giornata medesima, poichè in essa non può mancare, almeno verso il mezzodì, una manifestazione di elettricità positiva, per parte dell' atmosfera. Nelle osservazioni di Read sulla elettricità dell' aria, fatte a

conduttore fisso, e continuate per un anno, si trovano 156 casi di elettricità negativa, essendo 397 il numero totale delle osservazioni (259); ed in molti di questi 156 casi, dobbiamo ammettere che abbia preceduto o seguito un positivo, perciò anche la esistenza del periodo diurno qualitativo.

Si domandi da dove viene questa elettricità negativa, somministrata spesso dalla punta fissa, in ispecie nei luoghi non elevati molto. Se si nega che questa elettricità venga dell'atmosfera, non si troverà mai quale sia l'origine della elettricità medesima; perchè qualunque altra sorgente si voglia supporre capace di produrre la indicata elettricità negativa, non sarà mai conciliabile nè colla teorica, nè colla sperienza, non esclusa la evaporazione: giacchè neppure da questa causa, potrebbe farsi dipendere quell'effetto elettro-atmosferico negativo, d'altronde indubitato. Ma se questo negativo è proprio dell'atmosfera, perchè non è accusato dal conduttore salente? Si deve rispondere: perchè questo non è opportuno a darci elettro-atmosferiche indicazioni.

Dicesi che i vapori, sollevandosi pel calorico del sole, dal mare, dai fiumi, e dai laghi delle regioni equatoriali, portano con loro la elettricità positiva, che tolgono alla Terra, e che da queste regioni dirigendosi alle polari, producono la riunione della positiva loro colla negativa restata nel suolo (260). Ma volendo conciliare questa ipotesi, una delle migliori per l'azione *indiretta* del sole sul magnetismo terrestre; potremmo dire che i vapori, come qualunque altro corpo, sollevandosi dalla Terra, che riguardiamo generalmente negativa, si caricano di elettricità positiva *di abbandono*; e ciò non perchè i vapori tolgano alla Terra il positivo del quale sono carichi, ma perchè allontanandosi essi dalla medesima negativa, debbono manifestare libera quella elettricità positiva, che in essi era vincolata dalla induzione tellurica negativa.

Per questo avviene che la presenza del sole, e la elevazione del luogo rende positiva l'atmosfera, mentre il contrario la rende spesso negativa: per questo avviene, che un corpo più s'innalza, e più positivo manifesta; mentre diviene tanto più negativo, quanto più si abbassa, cioè quanto più avvicinasi alla Terra: per questo avviene che, anche nei luoghi molto elevati, l'atmosfera in qualche ora della notte spesso è negativa, sebbene innalzando ivi la notte un corpo isolato, questo si mostra positivo; interessantissima osservazione, che fino

(259) Riess elettrostatica, anno 1853, t. 2.°, § 1036.

(260) De la Rive, Traité d'électricité, t. 3.°, pag. 270, li. 26, p. 278, li. 34.

ad ora, se non m' inganno, sembrami essere sfuggita: per questo avviene che il periodo elettro-atmosferico diurno qualitativo non si manifesta dall'asta salente: per questo il periodo medesimo si mostra molto meno in inverno, che nelle altre stagioni dell'anno: per questo il periodo medesimo comparisce nell'anno più presto nei luoghi meno elevati, di quello sia negli altri che lo sono più: per questo il periodo stesso, che fino ad ora sfuggì ai meteorologi, non può riconoscersi coi conduttori mobili, che danno SEMPRE nelle giornate non procellose il positivo, sia di giorno sia di notte: per questo i conduttori mobili, e qualunque altro mezzo, che abbisogni di ascendere nell'atmosfera per essere praticato, non è affatto acconcio ad assegnare la elettricità dell'atmosfera, ma piuttosto manifesta l'effetto combinato di essa e della negativa terrestre: per questo in fine la punta fissa è l'unico mezzo, per istituire sperimenti elettro-atmosferici, possibilmente i più esatti, essendo l'uso dei conduttori mobili, *un perder tempo e fatica*.

La indicata contraddizione fra l'asta fissa, e la mobile nei tempi ordinari, non si spiega, senza ricorrere alla influenza elettro-tellurica negativa, nè coll'una, nè coll'altra delle due teoriche sulla elettrostatica induzione; perciò bisogna ritenere, che la mobile non è conveniente. In fatti, la supposta induzione *positiva* degli strati atmosferici superiori, se agisce sull'asta mobile, deve anche agire sulla fissa; e siccome per l'antica teorica la *indotta* possiede tensione, così deve questa disperdersi più dell'*attuata*, perchè distribuita sopra una punta, e perchè attirata dalla inducente, donde viene che le indicazioni elettriche delle due medesime aste, dovrebbero essere insieme positive: ma invece sono spesso fra loro contrarie. Soltanto nei tempi eccezionali, quando cioè la induzione superiore veramente agisce sulle indicate aste; allora tanto l'asta fissa, quanto la mobile, forniscono indicazioni elettriche della stessa natura. Dunque l'antica teorica sulla induzione elettrostatica, non può spiegare la indicata contraddizione dei risultamenti elettrici nei due conduttori. Se poi ritengasi la moderna teorica sulla induzione, adottata da De Luc, da Pfaff, da Mohr, da Knochenhauer, da Melloni, da Nobile, da Fischer, da Gaugain, da Fabri, e da molti altri, la indotta negativa non avendo tensione, non può caricare l'elettrometro, e questo non può indicare il negativo come lo indica; perciò si dovrebbe vedere, che anche nei tempi ordinari le aste, una fissa, l'altra mobile, danno insieme la stessa elettrica natura, lo che non si verifica sempre. Dunque neppure la moderna teorica sulla influenza elettrica, può spiegare la contraddizione fra i risultamenti delle due considerate aste. Da ciò discende che nei tempi ordinari, la discordanza, verificata in molti casi, fra l'asta fissa, e la mobile, deve

ripetersi da questo, che cioè la mobile manifesta gli effetti di un perturbamento, nell'equilibrio stabile elettro-atmosferico, prodotto dal moto ascendente dell'asta medesima; la quale sottraendosi all' influenza elettro-tellurica negativa, mette in libertà l'elettrico positivo indotto nell'asta che sale. In quanto all'asta fissa, questa manifesta soltanto la elettrostatica tensione atmosferica; la quale, per essere una sorgente inesausta, riduce sempre l'asta fissa in uno stato elettrico, eguale a quello dell'atmosfera che la circonda. Siccome del resto è solo questo, l'effetto di cui si cerca la manifestazione, vale a dire si cerca esclusivamente la elettrica tensione, che appartiene all'attuale, ed al locale equilibrio elettro-atmosferico, non già quella che corrisponde al momentaneo turbamento di esso; così la punta fissa, deve sempre alla mobile preferirsi.

Certo è che l' allontanamento del conduttore mobile dalla Terra , turba l'elettrico equilibrio stabile dell'atmosfera, presso il conduttore medesimo, che acquista una elettrica tensione *positiva*; che, come dicono giustamente alcuni fisici (261), non appartiene affatto alla elettricità dell' atmosfera. Ed è facile riconoscere, che le indicazioni elettriche del conduttore mobile, dipendono: 1.° dalla elettricità dell'atmosfera superiore ad esso; 2.° dalla elettricità negativa della Terra che gli è sottoposta, e circostante; 3.° dalla comunicazione dell'elettrico libero in tutto quello strato d'aria, percorso dal conduttore stesso; 4.° dalla ertezza maggiore o minore dello strato medesimo; 5.° dalla velocità della sua corsa; 6.° probabilmente dal solo allontanarsi di questo conduttore dai corpi circostanti, quando viene innalzato nell'atmosfera. Ed in fatti ad essere convinti degli effetti elettrostatici, prodotti nei corpi, specialmente in quelli che sono conduttori, col variare delle distanze fra loro, basta riflettere bene sui fenomeni simili, che si ottengono mediante il molinello di Nicholson (262), e quelli descritti da Erman, per l' avvicinamento ed allontanamento dei corpi l'uno dall'altro (263). Se queste due pubblicazioni si fossero bene studiate, i conduttori mobili non si sarebbero introdotti nelle ricerche sulla elettricità dell'atmosfera. Per tutte queste influenze, il conduttore mobile deve fornire un effetto elettrostatico, non coincidente con quello cercato; cioè non corrispondente nella natura e nella tensione, a quella sola elettricità libera e propria dello strato atmosferico, del quale la elettricità si vuole assegnare. Pel con-

(261) Journal de phy. par Delamétherie, t. 59, an. 1804, p. 98, e seguenti.
(262) Philos. trans. vol. 78, an. 1788, parte I, pág. 403.
(263) Journal de phy., par Delamétherie, vol. 59, an. 1804, p. 98, e seguenti.

trario, certo è che il conduttore fisso, non si trova soggetto alle indicate sei cause perturbatrici, le quali agiscono sul mobile; quindi si deve questo adottare, non già quello, per le ricerche sulla elettricità dell'atmosfera.

In conferma di questa nostra maniera di vedere, vogliamo ricordare, che nel 1803, pubblicò Erman una sua memoria (264) sulla elettricità dell'atmosfera, di cui l'oggetto primario consiste nell'esplorare la differenza essenziale, che regna fra le indicazioni contemporanee, di un elettrometro *salente*, e quelle di una spranga *fissa*, isolata nel miglior modo, ambedue nella medesima località manifestate. Questo autore, assai competente, deduce dalle sue sperienze, che da esso furono seriamente istituite, ed in più guise variate, la conclusione (265), che l'asta salente subisce un cangiamento nel suo stato elettrico, unicamente per causa dell' azione induttiva del suolo, la quale diminuisce d' intensità per l' accresciuta distanza dal suolo stesso. Della indicata memoria trovasi un estratto, inserito nel Journal de physique et de chimie par Delamétherie, t. 59, an. 1804, pag. 98. Inoltre si trova negli Annalen di Gilbert, vol. 17, an. 1804, p. 482, una nota di Castberg, sopra lo stesso argomento, nella quale vengono confermate le medesime conclusioni di Erman.

Questo fisico pure dimostra, essere senza verun fondamento la obbiezione, fatta per solito all'asta fissa, cioè pretendendo che la medesima non sia servibile per mancanza d' isolamento; poichè avendo egli dato a tale asta, una carica minima di elettricità, vide che questa si conservò, quando era nulla sensibilmente la elettricità dell'atmosfera (266). Ciò prova eziandio sino alla evidenza, che l' asta salente, la quale contemporaneamente dava elettricità positiva, diceva il falso; cioè manifestava quello che nell'aria non era. La obbiezione contro l' asta fissa, per effetto della dispersione, non è neppure nuova; poichè secondo Erman (*), fu per la prima volta fatta Saussure, quindi venne di tanto in tanto da qualche fisico ciecamente riprodotta, senza occuparsi delle prove le più evidenti della falsità sua.

Erman giustamente sostiene, che gli effetti annunziati dall'asta mobile, sono dovuti alla terreste induzione, trovando egli una conferma di ciò nel fatto, che la elettricità nell' asta medesima, si sviluppa molto più nella sua

(264) Gilbert, Annalen der Physik, vol. 15, p. 387, lin. 2, an. 1803.
(265) Ibidem, pag. 394, li. 15.
(266) Gilbert, Annalen, vol. 15, p. 396, li. 3.
(*) Ibidem, p. 393, li. 5 salendo.

parte superiore, di quello che nella inferiore, come dalla sperienza potè dedurre (267). Egli poi dice, che innalzando un conduttore, gli elettrometri, uno superiore l'altro inferiore, divergono ambedue con elettricità positiva (*). Ciò contraddice a quello che fu asserito nel Nuovo Cimento, tomo I°, p. 350, li. 18, ove si legge l'opposto.

Un' altra prova diretta di questo fatto, si è da Erman trovata, nel vedere, che l'avvicinamento fra loro di due piccoli corpi, cagiona sempre uno sviluppo di elettricità in essi (268), per effetto della elettrica induzione. Adunque se due corpi, ognuno di piccola mole, manifestano elettricità, quando le distanze fra i medesimi variano; tanto più queste manifestazioni, fra due corpi, dei quali uno, come la Terra, possiede grandissima superficie, dovranno aver luogo, per avvicinarsi ad essa, o per allontanarsi dalla medesima di un altro corpo isolato, cioè dell' asta conduttrice salente. Reca non poca meraviglia, il vedere che Peltier, non abbia tenuto conto di queste interessanti ricerche dell' Erman, di cui le conseguenze si oppongono all'uso del suo elettrometro salente. Non meno dobbiamo maravigliare, che i fisici sostenitori dell' asta salente, non abbiano seriamente consultato questa memoria; ovvero, avendola consultata, non abbiano trovato difficoltà, per l'uso dell'asta salente nell'elettro-atmosferiche ricerche.

Erman sperimentò ancora, chiudendo l'asta salente in un tubo di vetro, per impedire che avesse luogo la *comunicazione* dell'elettrico atmosferico all'asta mentre ascendeva; e vide che le manifestazioni elettriche, rimanevano le stesse (269). A questo modo è dimostrato, che le indicazioni dell'asta *mobile*, dipendono da una induzione; ma non è dimostrato da dove questa procede, cioè se dalle parti superiori dell'atmosfera, o dall'allontanamento dell'asta medesima dal suolo; nè se possa in qualche caso dipendere anche dalle due indicate cagioni.

§. 42.

Quand'anche non si volesse ammettere la influenza negativa della Terra, tuttavia non potrebbe il conduttore mobile, rappresentare il vero stato elet-

---

(267) Luogo citato, pag. 406, lin. 7.
(*) Gilbert, Annalen, vol. 15, p. 408, li. 3.
(268) Ibidem, p. 397.
(269) Luogo citato, p. 395, li. 17.

trico dell' atmosfera. Imperciocchè il conduttore stesso rappresenterebbe in questa ipotesi, l'effetto di una elettricità positiva, nel medesimo conduttore attuata, per causa della induzione atmosferica superiore ad esso; il qual'effetto non è altro, fuorchè un momentaneo turbarsi dell'elettrico equilibrio permanente in quello strato d'aria, percorso dal medesimo conduttore. Ma questo effetto, è ben diverso da quello che si cerca, il quale viene costituito dallo stato elettrico *stabile*, di quello strato atmosferico, nell' istante in cui si sperimenta. In somma, il conduttore mobile manifesta pure in questa ipotesi, la perturbazione da esso col suo innalzamento prodotta nell' equilibrio elettro-atmosferico; e questo equilibrio non perturbato, è solo quello che si cerca, il quale viene fornito dal conduttore fisso, che non può mai perturbare le fasi elettriche dell' aria, e che solo manifesta gli effetti naturali di esse, non artificialmente alterati, come li altera pur troppo il conduttore mobile, il quale perciò deve abbondonarsi.

Dice il ch. Palmieri che al conduttore *mobile* « poco giovano le punte, » anzi non riceve sensibile aiuto neppure dalla fiamma, che ha efficacia ma» ravigliosa sopra i conduttori fissi (270) ». Questo fatto si è verificato anche nelle mie sperienze; ma il fatto medesimo prova, che il conduttore mobile, sia con fiamma o senza, non è acconcio per le ricerche elettro-atmosferiche. Poichè l' indicato fatto si spiega considerando, che le punte, come pure la fiamma, disperdono la elettricità libera positiva, cioè di abbandono, che si manifesta nel salire del conduttore, per la diminuzione sul medesimo della influenza elettro-tellurica negativa. Quindi si comprende perchè, tanto le punte, quanto la fiamma, non arrechino sensibile aiuto al conduttore *mobile*; laonde risulta da questa spiegazione stessa, che il conduttore mobile non deve adoperarsi nelle indicate ricerche. Per quello poi riguarda il conduttore *fisso*, è certo che non è affatto maravigliosa, come taluni pretendono, l'efficacia della punta sul medesimo; il quale, se termina in globo, fornisce la stessa elettrica tensione, almeno nei tempi ordinari: se poi termina in fiamma, le indicazioni sue non sono più quelle appartenenti alla cercata elettricità dell'atmosfera. Qui cade in acconcio l' osservare, che abbiamo dei casi, nei quali cadendo la pioggia, ed essendo negativa la manifestazione elettrica del conduttore fisso; quello mobile fornisce

(270) Annali dell'osserv. R. meteorologico del Vesuvio, an. 1, del 1859, p. 20, li. 10 salendo. — V. anche la mem. del prof. Palmieri, che ha per titolo: Nuove modificazioni arrecate al conduttore mobile, pag. 11, li. 23, e p. 12, li. 7.

una tensione, o nulla, o positiva, come ho più di una volta verificato. Ciò avviene perchè il positivo, reso libero nel conduttore per l'innalzamento, si neutralizza o completamente, od in parte col negativo dello strato atmosferico, percorso dal conduttore stesso. Per questa spiegazione, unica da potersi dare al fenomeno indicato, discende che il conduttore mobile, deve cedere al fisso nelle ricerche di cui parliamo.

Il conduttore mobile, dando sempre il positivo nei tempi non assai perturbati, ha fatto dire al ch. Palmieri « che la elettricità dell'atmosfera, tanto » a cielo sereno, quanto a cielo nuvoloso, del pari che nell' interno stesso » delle nubi, è sempre positiva, purchè non scoppi la folgore, non cada la » pioggia, la grandine, o la neve (271) ». Per elettricità dell'atmosfera, si deve intendere, quella che possiede lo strato d'aria nel quale si sperimenta; ma la sperienza col *fisso* dimostra, che spesse volte questa elettricità, senza che cada, nè la pioggia, nè la grandine, o la neve, nè scoppi la folgore, è negativa; mentre il conduttore mobile la fornisce positiva. Inoltre non mancano dei casi nei quali, questo conduttore manifesta il positivo, anche quando cade la pioggia, la grandine o la neve, ovvero quando il fulmine scoppia. Dunque per la sperienza, l'asserto riferito, non può ragionevolmente accettarsi. Di più, poichè abbiamo dimostrato, non essere il conduttore mobile adatto a rappresentare la elettricità dell' atmosfera; e poichè l'asserto riferito, è basato sull'uso di questo conduttore, così anche a motivo di ciò, non possiamo ammettere quanto dallo stesso autore fu pronunciato.

Dalle sperienze istituite da me, nel medesimo tempo, tanto col conduttore mobile, quanto col fisso, e nel medesimo luogo, in un aria la più secca, essendo il mobile portato all'altezza del fisso; ebbi dal primo, il più delle volte, una carica maggiore, che dal secondo. Ma in tal caso non si può ricorrere alla dispersione subita dal conduttore fisso, perchè l'aria era coibente a bastanza. Dunque, poichè nel caso medesimo, cessa la dispersione, per la quale soltanto si pretende che il conduttore fisso non dica il vero; perciò dobbiamo ritenere che questo abbia fornito la cercata elettricità, e non l' altro, cioè quello mobile, che la fornì maggiore della vera. Concludiamo per tanto, che ogni qual volta la dispersione, per parte del conduttore fisso, non può invocarsi, quello mobile non dice il vero. Ma ciò si verifica sempre, poichè già vedemmo, che pure quando l'aria divenga umida, il conduttore fisso possiede uno stato elettrico, eguale a

---

(271) Corrispondenza scientifica, vol. 3.°, an. 1855, p. 68.

quello dell'aria circostante, lo che impedisce di ricorrere alla dispersione; perciò solo il fisso può servire alle ricerche di cui parliamo. Il conduttore mobile adunque dice il falso, anche perchè fornisce una elettricità maggiore di quella fornita dal fisso; perciò non conviene affatto per le indicate ricerche.

Secondo Belli (Corso elem. di fisica sper. Milano 1838, t. 3.° p. 711, lin. 1; e pag. 718, lin. 5 salendo) la elettricità negativa terrestre, si comunica nei tempi umidi, anche agli strati più bassi dell'armosfera; ed a me sembra molto probabile, che la elettricità negativa del conduttore fisso, accusata dal medesimo in questi tempi, non perturbati da procella, specialmente quando esso è collocato in basso, possa in qualche caso ripetersi dalla elettricità negativa terrestre: secondo il Peltier le inferiori parti dell' atmosfera sono elettrizzate in meno (272). Tutto ciò si oppone all'uso del conduttore mobile, che sempre nelle ordinarie giornate, manifesta elettricità positiva nell' atmosfera. È dimostrato che, generalmente in estate, la elettricità positiva dell'atmosfera, dopo il nascere del sole, va crescendo in intensità positiva, sino verso le 4 o le 5 dopo il mezzo giorno (273). Ciò si accorda col fatto che i corpi sollevandosi dalla Terra elettro-negativa, divengono elettro-positivi. Quindi è che gli strati dell'aria coi vapori, sollevandosi dalla Terra pel calorico solare, tanto più secchi e tanto più copiosi, quanto più s' innalza il sole sull'orizzonte, comunicano al conduttore *fisso*, una elettricità positiva, che va crescendo nel modo indicato; perciò lo strato d'aria, nel quale si trova il conduttore stesso, trovasi elettrizzato come questo. Da ciò discende che il conduttore salente, appunto perchè si allontana dalla Terra, si troverà elettrizzato positivamente, più di quello che comporti lo strato dell'aria da esso percorso; e quindi esso non può manifestare la vera elettricità dell'aria.

Secondo le notizie di dotti viaggiatori, e specialmente secondo quanto ha riferito il sig. Fournet (274), sappiamo che in alcuni luoghi del Messico, gli oggetti che si toccano, danno sul finire dell' inverno forti elettriche scintille. Negli Stati uniti, la elettricità posseduta dai corpi nell' inverno, è tale che i capelli sono spesso elevati, e divergenti fra loro. In questa medesima stagione, gli abiti di lana attraggono la polvere, i tappeti scattano scintille verso quelli che vi passeggiano sopra, e si può accendere un becco a gas col dito, dopo aver

(272) Institut, Num. 112, an. 1835, p. 289.
(273) Corso di fisica sper. del Belli, t. 3.°, p. 714, e 715, § 1541.
(274) Comptes rendus, t. 65, an. 1867, p. 25.

passeggiato sopra un tappeto. L'estrema secchezza di tutte le pianure sulle Ande, provoca effetti simili, ed ivi scattano elettriche scintille dal suolo. Nei deserti dell'Africa meridionale, avviene in primavera, che le penne degli struzzi, si caricano di elettrico da se medesime, sino al punto di produrre commozioni assai vive. Ora niuno certo ammetterà, che un conduttore salente, nei luoghi citati, non incontri fortemente gli effetti della influenza del suolo nei luoghi stessi; e perciò dovrà pure incontrarli, sebbene in minor proporzione, ma pure sensibilmente, nei luoghi di un suolo meno elettrizzato. Quindi si conferma, non essere il conduttore salente, acconcio per le ricerche di atmosferica elettricità.

La punta fissa, manifesta la elettricità di quello strato d'aria, nel quale si trova collocata; e dagli oppositori dell'asta fissa, non può dubitarsi di ciò, per lo meno quando questa manifestazione riesce molto grande, sia positiva, sia negativa. Ciò si verifica in estate, fra le undici antimeridiane, e le quattro o cinque pomeridiane, in cui l'asta fissa, va sempre crescendo le sue elettro-atmosferiche manifestazioni. Però dalle mie sperienze comparative fra la punta fissa, e la salente, risulta che questa, per lo più, nei casi ora indicati, va sempre diminuendo le indicazioni stesse. Il fatto è confermato anche dal Bullettino meteorologico del collegio romano (275), nel quale si riconosce che il periodo quantitativo della punta *fissa*, è inverso di quello corrispondente al conduttore *mobile*. Qualunque sia la causa di questa inversione, certo è che i risultamenti del conduttore fisso, debbono riguardarsi corrispondenti alla sola elettricità dell' atmosfera; poichè il crescere dell' elettrico nel conduttore medesimo, non può dipendere, altro che dal crescere della elettricità nell'aria che lo circonda. Da ciò dipende, che il diminuire nel tempo medesimo sull'asta salente le indicazioni elettriche sue, deve riguardarsi come una prova, che non sono esse corrispondenti alla elettricità cercata, quella cioè dell'atmosfera. Questa inversione riesce anche maggiore, quando la elettricità dell'atmosfera è fortemente negativa, nel qual caso può l'asta salente dare anch'essa il negativo, ma sempre minore assai di quello fornito dalla fissa, come per me si verificò, nel 9 di maggio del 1862, alle 11 antimeridiane.

In somma, più l'aria mostrasi elettrizzata, cioè più crescono le indicazioni elettriche del conduttore fisso, e più in pari tempo diminuiscono quelle del salente. Se fosse vero che la punta fissa non è opportuna, per man-

(275) Anno 1862, e seguenti.

canza d' isolamento, dovrebbe verificarsi l'opposto, cioè dovrebbe quanto più l'atmosfera si elettrizza, crescere tanto più l'effetto della punta salente, rispetto quello della fissa. Ma poichè accade l' opposto , ciò vuol dire che il conduttore mobile, non è acconcio per le manifestazioni della vera elettricità dell' aria , bensì quello fisso. Aggiungiamo che l' innalzamento dell' asta mobile, si eseguisce nelle mie sperienze per cinque metri ; ed a motivo di così grande innalzamento , non dovrebbe mai l' asta salente , se fosse un buon mezzo per le sperienze di atmosferica elettricità, diminuire l'effetto suo, quando cresce quello fornito dalla fissa. E poichè si verifica il contrario, non ostante il grande innalzamento; il conduttore frankliniano perciò, deve sostituirsi al mobile nelle ricerche indicate.

Ho trovato, mediante i conduttori fissi, collocati a diverse altezze, che nei giorni ordinari, cioè senza perturbazioni meteoriche, quanto più ci solleviamo nell' atmosfera, tanto più è frequente la positiva manifestazione; cosicchè ad un' altezza bastantemente grande , si avrà sempre il positivo dall' atmosfera. Pel contrario quanto più gli strati atmosferici sono depressi, tanto più cresce il numero delle manifestazioni elettro-negative dell' aria ; cosicchè sembra che, collocando un conduttore fisso in luogo bastantemente depresso, avremo nelle giornate ordinarie, manifestazioni elettro-atmosferiche più spesso negative. Tutto ciò è conforme alle sperienze, dalle quali si è dimostrato, che il positivo nell' atmosfera cresce coll'elevazione dello strato aereo, nel quale si sperimenta. Però la punta salente si trova in contraddizione manifesta coi fatti ora indicati ; perchè sollevandola nell'atmosfera , fornisce sempre il positivo , qualunque sia la depressione del luogo, nel quale si opera l' innalzamento. Dunque il conduttore fisso è l' unico mezzo per esplorare l' elettricità dell' atmosfera, e quello mobile indica tutt'altro, cioè dà un risultamento elettrostatico, nel quale oltre la elettricità dell'aria, vi concorre anche quella terrestre, con altre circostanze, le quali lo rendono ancor meno adatto all' elettro-atmosferiche ricerche.

Anche il Matteucci ammette, che la elettricità dell'atmosfera si manifesta in qualche caso negativa ; poichè questo dotto fisico dice « Reste ici une ob-
» servation importante à faire dans laquelle je n'ai pu encore réussir; c'est de
» noter ce qui arrive lorsque l'électricité atmosphérique serait négative (276) ».
Ma questo negativo, salvo in alcune giornate burrascose, non si trova quasi

(276) Comptes rendus, t. 54, an. 1864, pag. 514. lin. 5.

mai col conduttore mobile; dunque il conduttore stesso non può servire come si pretende.

Un altro fatto, da cui viene dimostrato, non convenire il conduttore isolato e salente, ma solo quello fisso e bene isolato, per le ricerche elettro-atmosferiche, consiste nell' osservare (lo che si verifica nelle mie quotidiane sperienze) che crescendo il negativo del conduttore fisso, cresce anche il positivo del salente; *vice versa*, diminuendo il negativo del fisso, diminuisce anche il positivo del salente. Ciò vuol dire che quest' ultimo conduttore, coll' ascendere, manifesta quella elettricità positiva, indotta nel medesimo, dalla negativa terrestre, abbandonata in esso e resa libera, per l'ascensione sua, cioè per l' allontanamento dalla terrestre sorgente della induzione.

§ 48.

Anche Beccaria, nelle molte osservazioni sue diligentemente istituite, sulla elettricità dell'atmosfera, da esso fatte con un apparecchio *fisso*, nella collinetta di Garzegna, vicino a Mondovì, verificò fra le altre cose, la prontezza grande, colla quale si ripristinavano i segni elettrici, dopo distrutti (277). Si avverta in oltre che questa prontezza, si verifica sempre nei tempi ordinari, e meglio quando si adopera il condensatore a pile secche. Da ciò discende che, se l'atmosfera non sia perturbata da meteoro, la elettricità nel conduttore *fisso* manifestasi *per comunicazione*, e non per induzione; mentre nel conduttore mobile la stessa elettricità, secondo quei fisici che lo adoperano, vi si manifesterebbe per aumento della induzione superiore, quando s' innalza, e per la sua diminuzione quando scende. La sperienza dimostra, che queste due elettricità, ottenute una coll'asta fissa, l'altra colla mobile, sono sempre diverse nella quantità, e spesso anche nella natura; perciò dovrà una sola di esse riguardarsi vera; e nelle giornate ordinarie, vera dev'essere la comunicata, non già la indotta; perchè nelle giornate stesse, non ha luogo quella pretesa induzione sulle aste, come la sperienza citata dimostra; perciò l'uso del conduttore mobile non è da praticare.

Dice Belli (278) « Venendo distrutta la elettricità dell'apparecchio, mediante un toccamento, colla mano, o con altro corpo conduttore, ella torna » prestissimo a rimettersi sino a quel punto di prima. Il che non avviene

(277) Belli, Corso elem. di fis. sper., t. 3.°, p. 718, lin. 12; e § 1522 nota.
(278) Ibidem t. 3°, pag. 704, lin. 27.

» senza la fiamma, non potendo la punta dell' asticciola, anch' essendo acu» tissima, togliere o dare elettrico all' aria contigua, seppure l' elettricità at» mosferica non è estremamente forte, e non si possono repristinare i segni » che col curvare di nuovo lo strumento, toccarlo, poi rialzarlo ». Il primo periodo di questo brano, contiene una verità, che ho incontrata sempre col mio conduttore fisso, ma *senza fiamma*; e dimostra che nei tempi non procellosi, la elettricità atmosferica è ad esso *comunicata* dall' aria circostante. Il secondo periodo non si deve ammettere, per conseguenza di questa mia verificazione. Se poi si abbassi il conduttore, come propone il Belli nel citato suo brano, questo conduttore diverrà negativo, e toccato rimarrà colla positiva indotta, quindi alzandolo manifesterà la positiva libera che prima era indotta. Tutto ciò non per solo effetto della elettricità dell'atmosfera, ma principalmente per la induzione tellurica negativa; ed è questa la invincibile obbiezione, che del tutto esclude l' uso di un conduttore mobile, per le ricerche di cui si tratta.

Il vedere che torna sempre con prontezza, come dimostra il condensatore a pile secche, la elettricità dell'atmosfera manifestata, dalla punta fissa, dopo che fu scaricata nel suolo; ed inoltre il vedere che, facendo alquanto durare questa comunicazione, bene inteso nei tempi non perturbati, sempre la elettricità torna la stessa: ciò porge una prova, che la elettricità medesima, è un effetto di comunicazione dell' aria nell' asta conduttrice, non già d' induzione sull'asta medesima. Imperciocchè quando l' indotto, cioè l'asta fissa, perdette la omologa della inducente, la induzione *medesima* non può più riprodurla; ma la elettricità dell'atmosfera si riproduce sempre nell'asta fissa, dunque non proviene dalla induzione, bensì dalla comunicazione. Certamente l'aria comunica l'elettrico all' asta *metallica* isolata, in contatto dell' aria stessa; e poichè la elettricità dell'atmosfera è inesausta, così l'asta, quantunque scaricata, per essersi messa in comunicazione col suolo, torna subito a caricarsi, appena rimane di nuovo isolata.

Innalzando verticalmente, un conduttore isolato, ed a sufficienza lungo, si ottiene la stessa natura di elettrico, tanto se prendasi dall' estremo superiore, quanto se dall' inferiore del conduttore stesso, come già fu dimostrato da Erman, e come dimostrerò in un' altra memoria, su questo argomento. Ma ciò contraddice all'*antica* teorica sulla elettrostatica induzione, quando vogliasi che questa provenga dagli strati superiori dell'atmosfera sull'asta salente; poichè per la teorica medesima, gli estremi dell' indotto si debbono elettriz-

zare oppostamente: dunque non è dalla induzione degli strati superiori atmosferici secondo l'antica teorica, che può ripetersi la elettricità dell'asta salente.

In quanto alla teorica *moderna*, sebbene da questa si dimostri ad evidenza, che la omologa della inducente si trova in ambo gli estremi dell'indotto; però si riconosce altresì, che abbonda nell'estremo più lontano dall'inducente stesso, ed è in tenue dose nell'altro più vicino: ma gli estremi dell'asta salente, si trovano elettrizzati egualmente secondo la sperienza di Erman (*); dunque neppure può dalla induzione degli strati superiori atmosferici, secondo la teorica moderna, ripetersi la elettricità dell'asta innalzata verticalmente nell'atmosfera. Perciò, siccome i sostenitori del conduttore mobile, riconoscono per causa della elettricità da esso manifestata, la induzione degli strati atmosferici superiori ad esso, così l'uso di questo mezzo è mal fondato; giacchè gli effetti del medesimo non appartengono alla causa, cui vengono ingiustamente attribuiti.

Il modo col quale De Saussure spiegò le variazioni diurne quantitative della elettricità dell'aria, modo adottato dal Becquerel, e da qualche altro fisico, riposa nello sviluppo della elettricità mediante la evaporazione delle acque, supponendo altresì che l'elettrometro si carichi di elettrico per contatto dell'aria circostante, non già per induzione (279).

Il celebre Gay-Lussac suppone, che la elettricità sia disseminata nell'atmosfera, ove trovasi allo stato libero, e da cui si porta per comunicazione sopra i conduttori (280).

Dunque poichè nei tempi ordinari la elettricità dell'atmosfera è ricevuta dai conduttori, non per induzione, ma per comunicazione, dobbiamo concludere che il conduttore salente, di cui l'uso da' suoi sostenitori è basato nell'induzione degli strati atmosferici al di sopra di esso, non è applicabile nello studio di quella elettricità, che forma l'oggetto di queste opposte opinioni.

Secondo Volta l'attività della fiamma, non ha nessuna influenza sulla grandezza dei segni, ma soltanto sulla loro prontezza (281). Ciò non è confermato dalla sperienza; perchè quanto più la fiamma è calorifica, tanto più grandi sono gli effetti elettro-atmosferici, ottenuti dall'asta fissa. Le fiamme di alcool a doppia corrente d'aria, fanno crescere di molto la divergenza della foglia d'oro,

---

(*) Gilbert Annalen der Phy., t. 15, pag. 108, li. 6.

(279) Memorie coronata dell'accad. reale delle scienze di Bruxelles, t. 16, an. 1843, pag. 71, 72, 84.

(280) Annales de chim. et de phy., t. 8, pag. 167.

(281) Belli corso di fisica sper., t. 3.°, p. 706, § 1530.

fra le pile secche del condensatore. Inoltre le fiamme per lo più cangiano il negativo atmosferico in positivo, ed aumentano assai la tensione elettro-atmosferica positiva, come ho sempre verificato coll'asta fissa. Ciò avviene perchè, determinando esse una corrente d'aria che sale, il positivo di questa può superare il negativo atmosferico, od accrescere il positivo dell'aria. Si potrà sempre, nelle giornate non procellose, ottenere il cangiamento della elettricità negativa in positiva; purchè sull'asta fissa possa collocarsi una sorgente calorifica, d' intensità bastantemente grande. Tutto ciò conduce ad escludere il conduttore mobile, per valersi del fisso nelle sperienze di cui parliamo.

Il seguente fatto, è una ulteriore prova della idoneità del conduttore fisso, e della fallacia del mobile, in queste ricerche sperimentali. S' incontra sempre, che la elettricità positiva p', manifestata dal conduttore mobile, quando il fisso la manifesta eziandio positiva, è minore di quella pure positiva p'', espressa dallo stesso conduttore mobile, quando il fisso la indica negativa, cioè si ha sempre $p' < p''$. Questo fatto, da me più volte verificato, e per la prima volta riconosciuto, si spiega facilmente, ritenendo essere di certo negativa la elettricità dell' atmosfera, quando l' asta fissa la dà per tale. Imperocchè se l'atmosfera sia negativa, lo sarà eziandio la Terra, e la influenza sua in questo caso sull'asta salente, sarà maggiore di quella sull'asta medesima nel caso in cui l'atmosfera sia positiva. Perciò nel salire, quando l'atmosfera è negativa, il conduttore mobile svilupperà un positivo p'' maggiore di p', cioè di quello sviluppato dal medesimo, quando l'atmosfera è positiva. Dal fatto indicato si conferma, che la elettricità della punta salente, non è altro in massima parte, fuorchè la elettricità positiva indotta dalla negativa terrestre, sull'asta mobile, ed abbandonata in questa nel suo salire. Poichè quando la punta fissa dà il positivo, la elettricità terrestre negativa, è sempre minore di quando la stessa punta fissa dà il negativo; quindi anche minore dev'essere la indotta positiva, che la punta salente, nello ascendere, abbandona in quel primo caso, rispetto quella che da essa viene abbandonata nel secondo.

Dalle mie sperienze risulta in fatti, che crescendo il valor numerico del negativo dato dall'asta fissa, cresce il positivo dato dall'asta salente: viceversa diminuendo il valor numerico del negativo stesso, diminuisce anche il positivo indicato ; ed altrettanto deve dirsi della fiamma fissa, e della salente. Quindi è che i minori fra i positivi manifestati dall'asta salente, corrispondono sempre ai maggiori fra i positivi dati dalla fissa. Questo fatto non si sarebbe potuto mai conoscere, senza confrontare fra loro i risultamenti della punta, o

fiamma, fisse ambedue, con quelli della punta, o fiamma, l'una e l'altra salente. Il fatto medesimo conferma, che la punta salente manifesta una elettricità, diversa da quella propria dell'atmosfera, e procedente in massima parte, dall'abbandono della elettricità indotta per influenza negativa terrestre, sul conduttore che sale. Vedemmo in fatti che con questo concetto, possono perfettamente spiegarsi tutti quei fenomeni dei quali ora parlammo.

Quando la punta fissa è positiva, è pure tale la elettricità dell'atmosfera; perciò la Terra dovrà essere meno negativa, e l'elettrico positivo abbandonato dalla punta salente, dovrà essere minore di quello da essa abbandonato, quando la punta fissa è negativa. Perciò se il positivo dell' atmosfera fosse tanto, da neutralizzare completamente il negativo terrestre; in tal caso la punta salente darebbe quel positivo, che dà la punta fissa: inoltre se il positivo dell'atmosfera fosse grande in guisa, da rendere positiva eziandio la Terra; in tal caso la punta salente, potrebbe o dare nulla, od anche dare il negativo, mentre la fissa darebbe il positivo.

È molto utile avere una stazione, come quella della università romana, ove la punta dell'asta s' innalza di soli $45^{m},39$ dal livello del mare; perchè nella stazione medesima si trova spesso il negativo atmosferico: perciò si riconosce ivi facilmente, la influenza dell' elettro-negativo tellurico sui conduttori ascendenti. Si è potuto così, per un primo caso, verificare che, crescendo il negativo del conduttore fisso, cresce il positivo p' del salente, lo che dimostra essere in questo conduttore, mentre sale, abbandonata la elettricità positiva, che si trovava in esso indotta e vincolata, prima della sua salita, come già indicammo. Si è verificato altresì, per un secondo caso, che quando la elettricità negativa della Terra diminuisce, altrettanto avviene riguardo alla elettricità positiva p'', manifestata dalla punta mentre ascende. Questo fatto, che fu anche da me riconosciuto per la prima volta, conferma, ripetiamolo pure, doversi abbandonare il conduttore mobile in così fatte sperienze.

Da ciò discende, che la tensione positiva e_1, del conduttore salente nel primo caso, trovasi essere maggiore di quella e_2 del medesimo nel secondo, cioè $e_1 > e_2$; e discende altresì, che il conduttore fisso e non il mobile, dice lo stato vero elettro-atmosferico: perchè avendo noi così supposto, si trova soddisfacente la spiegazione del fatto stesso. Dalla diversità quantitativa dei due risultamenti, dati dal conduttore mobile, deve concedersi, che il negativo terrestre, influisce sulla elettricità manifestata dal mobile conduttore. Perciò se questo dicesse il vero stato elettro-atmosferico, si dovrebbe ottenere il con-

trario, si dovrebbe cioè verificare che, quando nella punta fissa cresca il negativo, la mobile somministri anch'essa il negativo crescente; quand'anche nella Terra cresca il negativo; ma ciò non si verifica punto.

§ 44.

Avviene in molti casi, che la punta o la fiamma fissa dà, in parità di circostanze, maggior elettricità positiva, della punta salente o fiamma salente. Ciò non è favorevole all'uso della punta o fiamma salente, per l'elettro-atmosferiche ricerche. In fatti, poichè i sostenitori di quest'uso, ritengono agire il conduttore salente, per la induzione degli strati d'aria superiori ad esso; dovrebbe, se ciò fosse, aversi sempre maggiore indizio di elettricità dalla punta o fiamma salente, di quello sia dalla fiamma o punta fissa, lo che, in molti casi di ordinarie sperienze, quelle cioè corrispondenti ad atmosfera secca e chiara, non si verifica; ed invece si ottiene l'opposto. Si dovrebbe, dissi, avere maggiore effetto dalla punta o fiamma salente; poichè per quei sostenitori, la induzione sovr'essa, operandosi mentre si raccoglie nel condensatore la elettricità libera, cioè la omologa della inducente, questa non può tanto disperdersi, quanto l'altra che dalla induzione medesima, sulla punta o fiamma fissa, procede. Questa elettricità si raccoglie nel condensatore, quando è già seguita sulla fiamma o punta fissa la induzione, cioè quando la elettricità medesima si è già distribuita nell'ambiente, per formare in esso l'equilibrio elettrico; mentre la elettricità ottenuta dalla induzione sulla punta o fiamma salente; si raccoglie nel condensatore prima che siffatto equilibrio sia stabilito. È poi facile spiegare perchè in molti casi avviene il fatto indicato, cioè che la punta o fiamma fissa fornisca maggior elettricità positiva, della punta o fiamma salente; riflettendo che la fiamma o punta fissa, pel moto ascendente della colonna d'aria, più efficace di quello che corrisponde alla punta o fiamma salente, deve ricevere maggior copia di elettricità positiva, che non la punta o fiamma salente. In fatti, la elettricità +.ª di abbandono, ricevuta dalla fiamma o punta fissa, dev'essere maggiore, di quella ricevuta in pari tempo dalla fiamma o punta salente; perchè nel primo caso, la colonna d'aria che ascende, incontrar deve con tutte le sue molecole, la punta o fiamma fissa; mentre nel secondo caso, trattandosi di punta salente, può anche non aver luogo veruna colonna d'aria che ascenda; e trattandosi di fiamma salente, questa precede sempre la colonna che sale.

In somma la indicata spiegazione, tutta consiste nel riconoscere, che due fiamme o due punte una salente l'altra fissa, vengono incontrate, la salente meno, e la fissa più, dalle molecole elettro-positive della colonna d'aria, salente pur essa, per effetto del calorico delle medesime fiamme, o del calorico solare.

Un'altra prova che il conduttore mobile non è acconcio per la elettricità dell' atmosfera, ma solo il fisso, l' abbiamo dal riflettere, che con questo, alcune volte si hanno, in luoghi diversamente elevati, elettricità di natura diversa, cioè negativa nel luogo più basso, e positiva nel più alto; mentre col conduttore mobile si ha contemporaneamente il positivo in ambedue questi luoghi. Ora siccome si è ricevuto dalla scienza, che nei luoghi bassi alcune volte s' incontra il negativo, e negli alti dev'essere assai frequente il positivo; ne viene che il risultamento della punta fissa, è conforme a questa massima, non già quello fornito dalla punta o conduttore salente.

Il sig. Pouillet dice « Tutte le regioni atmosferiche sono in uno stato » elettrico abituale, ma questo varia da una regione all'altra: qui è la elet- » tricità vitrea che domina, la è la elettricità resinosa, e vicino si trova » forse una regione quasi senza elettrica tensione (282) ». Ho trovato in fatti, nel 12 di aprile 1862, alle 3 pomeridiane, che la punta fissa dette un negativo di 15°, alla stazione bassa della università romana, mentre alla stess' ora, nella stazione molto elevata di villa Ludovisi, si ebbe un positivo di 1° colla punta fissa. Ciò conferma che l' elettrico atmosferico, può avere nella stessa ora, natura diversa, in luoghi diversamente elevati sul livello del mare, non ostante che nei medesimi, la punta *salente* dia, nello stesso tempo, elettricità positiva.

Sebbene lo Schübler abbia rimarcato, che in un tempo calmo e sereno, la elettricità dell'atmosfera è sempre positiva, il sig. Pouillet non riguarda punto questo risultamento come assai certo; e stima che numerose osservazioni sieno ancora necessarie prima di convincersi essere ciò vero (283). Se alla osservazione qui riportata si aggiunga, che per esperienza sappiamo, essere sempre positiva la elettricità fornita dal conduttore salente, quando l'atmosfera non è molto perturbata, vedremo che l'uso di questo conduttore non conduce alla verità, nelle sperienze sull'elettrico dell'aria.

Il sig. W. Thomson, nell'estratto di una sua memoria sulla elettricità del-

---

(282) Élém. de géographie physique, par M. Lecoq. Bruxelles 1840, p. 230.
(283) Ibidem.

l'atmosfera (284), dice avere il priore Ceca di Torino riposto a Beccaria « che » se dopo caduta la pioggia, l'aria sia fortemente positiva, il tempo rimarrà » buono per molti giorni ». Questo criterio si accorda col mio più generale, cioè che quando il negativo dell'atmosfera, è cangiato in positivo da una fiamma non molto calorifica, cioè di olio, il tempo se buono si manterrà, e se cattivo tornerà in buono: ciò nella maggior parte dei casi fu da me riconosciuto. Inoltre lo stesso fisico inglese dice che « le indicazioni elettriche potranno supplire a quelle del barometro sulla bontà del tempo (285) ». Tutto ciò si riferisce a sperienze elettro-atmosferiche, fatte a conduttore fisso, non essendo il mobile impiegato nè dal priore Ceca, nè dal Beccaria; perchè questi fisici, col mobile, avrebbero avuto sempre il positivo, e non avrebbero potuto formulare l'indicato criterio, che suppone potere l'atmosfera essere alcune volte elettro-negativa dopo la pioggia, come ho sperimentato nel 30 di agosto 1867, alle ore sette pomeridiane, dopo cessata la pioggia. Da ciò discende che il conduttore fisso è preferibile in queste ricerche.

Il cambiamento in *brevissimo* tempo dal +°. al —°, e *vice versa*, nella elettricità dell'aria, spesso apparisce nei volumi di meteorologia dell'Elettore palatino, ed anche nelle mie sperienze, fatte come quelle, coll'asta fissa. Ora non sarà mai che questo fatto, apparisca in tempo non burrascoso, per mezzo dell'asta salente; laonde non è da usare questo mezzo nelle attuali ricerche.

Dice Libes (286) « Erman . . . tenendo in mano l'elettrometro di Bennet, » armato di un fusto di circa 3 piedi, quando lo elevò *prontamente* da terra, » osservò una *gran divergenza* delle foglie d'oro, e la elettricità era positiva, » e quando l'abbassò colla stessa celerità, la loro divergenza era pure molto » considerabile, ma la elettricità era negativa; quando l'alzò con lentezza non » vi fu elettricità; più l'aria è isolante, meno vi è bisogno di alzare o di ab- » bassare l'elettrometro ». Da tutto ciò si conferma, che la induzione elettro-negativa terrestre, deve riguardarsi come causa principale della elettricità manifestata dal conduttore mobile; il quale fra gli altri difetti, che lo escludono per le ricerche elettro-atmosferiche, presenta quello di fornire maggiore o minor copia di elettrico, secondo che la sua corsa è più o meno veloce. Inoltre

(284) Archives des scien. phy. et nat. de Genève, nouvelle période; t. 11, an. 1861, pag. 230.

(285) Ibidem, p. 231.

(286) Trattato di fisica. Edizione di Firenze 1815, t. 3.°, p. 218, § 898.

non è conforme alle citate sperienze quanto riferisce Biot (287), cioè che abbassando un conduttore isolato, sino a toccare un elettr oscopio questo manifesta elettricità positiva, ed innalzandolo sino a toccare l' istromento indicato, si ha dal medesimo elettricità negativa. Imperciocc hè, secondo le sperienze di Erman, e di chiunque le abbia ripetute, avviene tutto al rovescio dell'asserto di Biot.

Dopo quanto abbiamo esposto concludiamo :

1.° Che lo stato elettro-tellurico influisce molto nel conduttore mobile.

2.° Che la esistenza del periodo elettro-atmosferico diurno *qualitativo* , non s' incontra mai col conduttore mobile nelle giornate ordinarie, bensì alcune volte col conduttore fisso, e dipende nelle sue fasi dall'ora, dalla elevazione del luogo , dalla stagione , e dalle masse circostanti. Mentre il conduttore salente dà sempre il positivo, in qualunque ora, in qualunque luogo, in qualunque stagione, ed in qualunqne stato atmosferico, tranne i giorni temporaleschi, e tranne i casi di notevoli atmosferiche precipitazioni.

3.° Che il passaggio del buon tempo nel cattivo, e *vice versa*, secondo che la elettricità dell'atmosfera, presa col conduttore fisso, passi dal positivo al negativo, o *vice versa*, si verifica spesso col conduttore medesimo, e mai col mobile; il quale nei tempi anche non buoni, purchè non burrascosi, fornisce sempre il positivo coll' innalzarsi, qualunque sia l'ora, e qualunque la stazione in cui si sperimenta, quando non vi sono burrasche.

4.° Che lo stato elettrico neutrale, corrispondente al passaggio dell'atmosferica elettricità da positiva in negativa, o *vice versa*, si manifesta mediante il conduttore fisso, e mai col mobile.

5.° Che la variazione successiva e rapida, la quale in certi casi avviene riguardo alla natura dell'atmosferica elettricità, manifestata dal conduttore fisso, non s' incontra mai col salente.

6.° Che la fiamma posta sul conduttore fisso, cangia quasi sempre il negativo in positivo, e rafforza il positivo accusato senza fiamma dal conduttore stesso. Queste fasi elettro-atmosferiche, da me riconosciute, non si ottengono affatto col conduttore salente.

7.° Che la sensibilità del conduttore fisso alle indicate fasi, unito al condensatore, conferma essere ciò l'unico mezzo per indagare la elettricità dell'aria.

8.° Che alcune volte il conduttore fisso, anche per mezzo dell'elettrosco-

---

(287) Précis élém. de phy., 3.° edition. Paris 1824, t. 1.°, p. 592, li. 18.

pio semplice a pile secche, cioè senza condensatore, manifesta elettricità negativa, mentre il conduttore salente la manifesta positiva.

9.° Che facendo salire il conduttore ad altezze sempre maggiori, si hanno manifestazioni di elettricità maggiori anch' esse, non però proporzionali alle altezze indicate. Ora, dato e non concesso, potersi assegnare col conduttore salente la vera elettricità dell'atmosfera, poichè la tensione rappresentante questa elettricità dev'esser unica, quale sarà l'altezza in un dato luogo, cui dovrà giungere il conduttore salente, per avere la espressione della elettricità cercata? Con qual criterio si dovrà stabilire quest'altezza? Come dovrà essa variare nelle diverse località? Quale dovrà essere la velocità del conduttore nel salire? Quanta dovrà essere la sua superficie isolata? Circostanze che tutte conducono anch'esse, ad escludere il conduttore salente nelle elettro-atmosferiche ricerche. E sebbene queste circostanze si potessero assegnare, sempre la influenza elettro-tellurica resterebbe, per escludere il conduttore salente; oltre che contro il medesimo ancora esisterebbe sempre la sperienza.

10.° Che i globi aereostatici, ed i cervi volanti, hanno dimostrato la frequenza di positivo nelle regioni elevate, e di negativo nelle depresse. Ciò si accorda colle manifestazioni del conduttore fisso, e non con quelle del salente. Il Kaemtz riguarda positivi gli strati superiori, e negativi gl' inferiori dell'atmosfera (288). Secondo Belli nell' interno dei continenti, gli strati atmosferici vicini alla Terra, sono elettrizzati in meno (289); e secondo il Peltier le inferiori parti dell'atmosfera, sono esse ancora elettrizzate negativamente (290). Ora il conduttore fisso conferma queste osservazioni, mentre il conduttore salente, manifestando in qualunque luogo il positivo, non si accorda con esse.

11.° Che due conduttori paralleli fra loro, e posti nel medesimo luogo, uno fisso, l'altro salente sino all'altezza del primo, danno alcune volte, nei giorni che non sono temporaleschi, elettro-atmosferiche indicazioni, per qualità, e per quantità fra loro diverse.

12.° Che il moto ascendente, produce un turbamento nell'equilibrio stabile elettro-atmosferico; quindi una elettrica tensione, la quale, come giustamente osservano alcuni fisici, non appartiene affatto alla elettricità dell'atmosfera (291).

---

(288) Cours complet de météorologie. Paris 1843, p. 336.

(289) Corso di fisica sperimentale. Milano 1838, vol. 3.°, p. 718.

(290) L' Institut, année 1835, N.° 122, p, 289.

(291) Corrispondenza Scientifica, vol. 3.°, an. 1855, p. 87, li. 12.

13.° Che le indicazioni elettrostatiche del conduttore salente, dipendono - dalla elettricità dell' atmosfera - dalla elettricità terrestre – dalla comunicazione dell'elettrico libero in quello strato di aria percorso dal conduttore stesso - dalla altezza maggiore o minore del medesimo strato - dalla elevazione di questo - dalla velocità della salita – dalla quantità di superficie della parte isolata del conduttore ascendente. Dopo essersi tutto ciò riconosciuto, non potrà più negarsi, che il conduttore salente fornisce una elettricità, non dovuta unicamente all'atmosfera.

14.° Che quando l'atmosfera non è perturbata notevolmente, alzando di *qualche centimetro* un conduttore isolato, si ottiene dall' elettroscopio a pile secche, una manifestazione di elettricità positiva, pure quando il conduttore fisso ed in parità di circostanze, manifesta evidentemente la negativa.

15.° Che crescendo il negativo del conduttore fisso, cresce anche il positivo del salente; *vice versa* diminuendo il negativo del fisso, diminuisce anche il positivo del salente.

16.° Che un'altra opposizione fra i risultamenti elettro-atmosferici, ottenuti ad un tempo, tanto coll'asta fissa, quanto colla salente, consiste nel verificarsi che in estate il più delle volte, nei giorni ordinari, e nelle ore meridiane, la elettricità fornita dall'asta fissa, è maggiore di quella ottenuta dalla medesima nelle ore antimeridiane; mentre l'opposto avviene rispetto alla elettricità, ottenuta contemperaneamente coll'asta salente.

17.° Che da ultimo, per tutte queste conclusioni, siamo condotti a decidere, non essere il conduttore mobile acconcio, per determinare l'atmosferica elettricità; e che questa determinazione bene si raggiunge, mediante il conduttore fisso, di cui la pratica tutt'ora da molti fisici si prosiegue.

INDICE DELLE MATERIE

